С. Д. ШЕР

ПО СТРАНИЦАМ КАМЕННЫХ ЛЕТОПИСЕЙ

Детгиз 1958

С. Д. ШЕР ПО СТРАНИЦАМ КАМЕННЫХ ЛЕТОПИСЕЙ

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Рассказы о геологическом прошлом нашей Родины, о её полезных ископаемых и о разведчиках недр.

Для среднего возраста.

-
- РАССКАЗ У СКАЛЫ
- ПУТЕШЕСТВИЕ В ПРОШЛОЕ
- ПОДВИЖНАЯ ЗЕМЛЯ
- ГИГАНТСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ
- РАЗВЕДЧИКИ НЕДР

РАССКАЗ У СКАЛЫ

— Зачем здесь идем, выше тропа хорошая, крепкая — как раз на ту сопку приведет.

С этими словами обратился ко мне Николай — оленевод-эвенк, который работал в нашей геологической партии. Николай давно просил взять его с собой в геологический маршрут. «Все лето камни на оленях вожу, а как их собирают, не видел», — говорил он.

Сегодня олени нам были не нужны, они спокойно паслись, и Николай был свободен. Закинув за плечо малокалиберку, он легким шагом шел позади меня. Я еще из лагеря показал ту вершину, до которой хотел дойти, и Николай, прекрасно знавший каждый ключик и каждую тропинку в тайге, предлагал самый короткий и удобный путь. Но геологам редко приходится ходить по прямой дороге. Мы свернули с тропы и пошли вдоль небольшого ручья.

Сразу же начались заросли густого кустарника, путь преградили поваленные деревья. Подтягиваясь на руках, влезли мы на огромную, вывороченную с корнем пихту, преграждающую путь. Иглы нещадно колют руки, торчащие во все стороны ветви не дают прохода. Долго приходится выбирать место, куда

спрыгнуть, чтобы идти дальше: сплошной стеной стоят вокруг колючие кусты малины и шиповника. Наконец удается встать на землю. Но пройти по земле можно всего несколько шагов. И снова впереди кустарник и поваленные деревья с колючими раскидистыми ветвями.

— Всю жизнь по тайге хожу, такую тяжелую дорогу никогда не выбирал, — говорит Николай.

Но вот кусты немного поредели, и перед нами — высокая большая скала. Если бы мы пошли по тропе, то почти наверняка не заметили бы ее. Я осматриваю скалу, отбиваю образцы камня, записываю свои наблюдения в полевую книжку.

Николай тем временем уже наверху. Он быстро разводит небольшой костер-дымокур, чтобы отогнать комаров, и, улыбаясь, отирает со лба пот.

Мне хочется, чтобы мой спутник понял, что не зря мучились мы, продираясь сквозь кустарник и бурелом, и я, присев на корточки около дымокура, говорю ему:

— Помнишь, как ты однажды рассказал мне историю о лосе — сохатом. По следам на мху, содранной коре дерева, поломанным веткам кустов ты узнал, что он делал в тайге. Для меня эта скала все равно что след для охотника. Она тоже может рассказывать. Я осмотрел скалу и узнал, что очень давно здесь, где сейчас шумит тайга, бушевало море. Синие волны с белыми гребнями пены поднимались и там, где мы пробирались по бурелому, и там, где возвышаются каменистые вершины. Я узнал еще, осматривая скалу, что в то время здесь было очень тепло. Жаркое солнце хорошо прогревало воду. А в воде плавали такие животные, которых сейчас не встретишь ни в одном море, ни в одном океане.

Посмотри на этот белый камень. Он называется известняк. Когда-то он был мягким илом, который оседал на дно моря. А теперь, через много миллионов лет, ил превратился в камень.

А вот еще камень — черный. Я отколол его с этой же скалы, там внизу. Он говорит уже о другом: о страшных огненных расплавах, которые бушевали когда-то в глубинах Земли. Сейчас черный камень холодный, твердый, и в трещинах, которые рассекают его, спокойно пробиваются зеленая трава и кусты малины. Но когда-то он застывал из расплава, сжигавшего все вокруг. Может быть, вместе с этим расплавом поднимались вверх и подземные сокровища, те самые, которые мы должны найти в тайге…

Дымокур догорел. Неумолчно звеня, налетели на нашу стоянку тучи комаров. Мы с Николаем тронулись дальше в путь к другим скалам через бурелом, кустарник, болота.

Много раз приходилось мне за время своей геологической работы рассказывать, так же как я рассказал Николаю, об отдельных событиях истории нашей Земли. Разные у меня были слушатели, и в разных местах велись эти короткие рассказы. Николай слушал их среди дальневосточных сопок, молодой рабочий Петя — на берегу широкой сибирской реки, седой бородатый лесник — в маленькой уральской избушке. Нередко слушателями подобных историй были и ребята — школьники сибирских приисков, которые собирались в нашем походном лагере, если мы разбивали его невдалеке от жилья. Сколько вопросов задавали всегда ребята! Как много хотелось им знать!

Часто, сидя длинными осенними вечерами около таежного костра или возвращаясь из далеких геологических маршрутов, думал я о том, чтобы рассказать подробнее всем тем, кто интересуется прошлым Земли, о геологической истории нашей большой страны, о том, как в земных недрах рождаются подземные богатства, и о работе разведчиков недр — геологов. Постепенно из этих мыслей рождались отдельные главы будущей книги, но потребовалось несколько лет, чтобы написать ее.

ПУТЕШЕСТВИЕ В ПРОШЛОЕ

Каждая частица этого камня когда-то дышала и деятельно участвовала в великой драме жизни, а теперь это море стало каменным… Мы можем силою мысли и знания воскресить этот давно угасший мир, живший за много миллионов лет до нашего времени.

Академик А. П. Павлов, «Геологическая история европейских морей и земель»

В любом месте нашей огромной страны можно отправиться путешествовать в далекое геологическое прошлое. Мы отправимся в такое путешествие на Русской равнине.

В центре Русской равнины широко раскинулась Москва. Восемьсот лет исполнилось недавно нашей столице. Восемьсот лет назад на месте современной Москвы шумели дремучие, темные леса. Где-нибудь на лесной поляне, на том месте, где сейчас находится улица Горького или возвышаются высотные здания, паслись стада диких оленей, гуляли медведи. По берегу Москвы-реки ютились маленькие деревянные домики.

Еще раньше возникли другие города: Новгород, Ярославль, Владимир… Каким далеким кажется то время, когда они только еще строились, когда среди дремучих лесов вырастали первые в

России поселки!

Но для геологов все это — сегодняшний день. Ведь в это очень давнее время почти так же, как и сейчас, текли реки: Волга, Днепр, Дон. Так же, как и сейчас, на тех же местах возвышались холмы, густой зеленой травой были покрыты низины, так же золотились весной головки одуванчиков и облетали осенью желтые листья С берез.

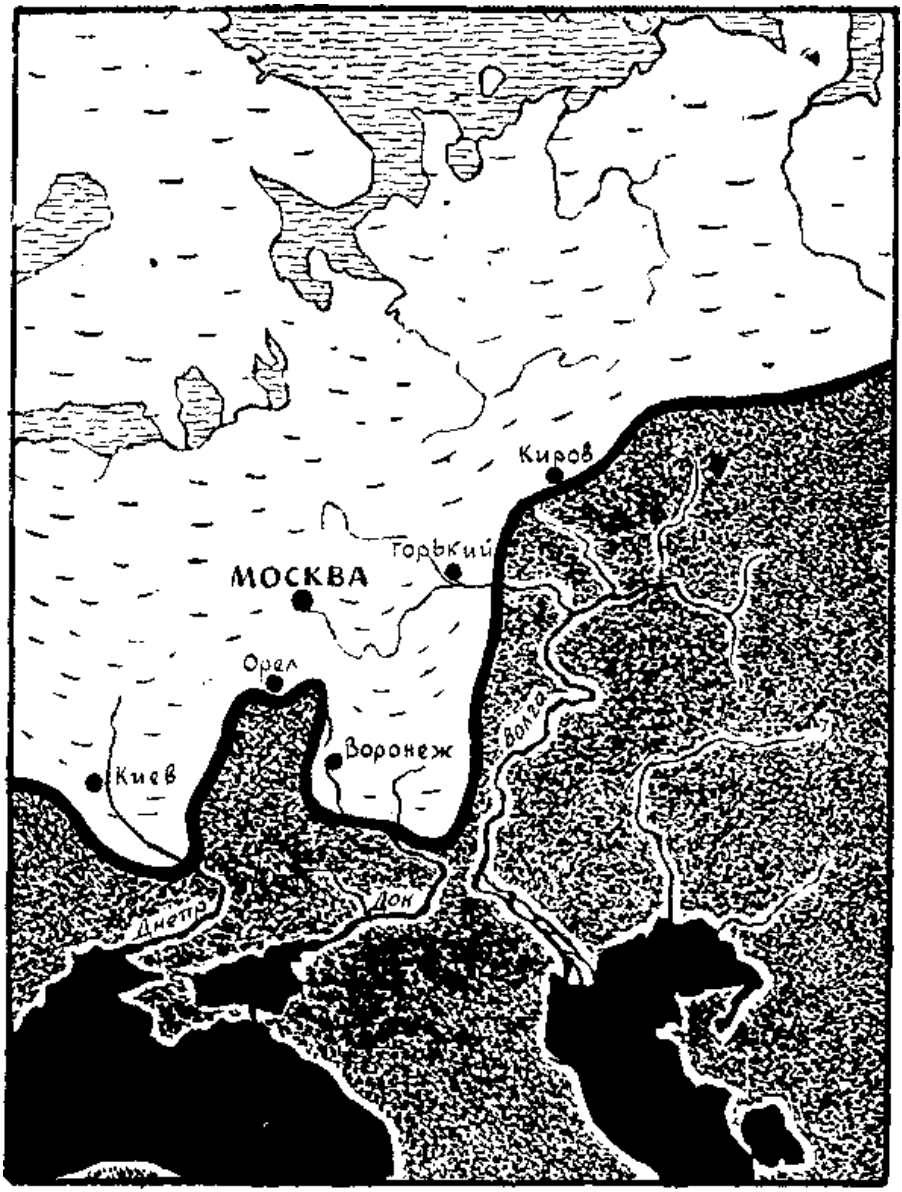
Мы же отправимся с вами в неизмеримо более далекое время — когда на месте теперешней Русской равнины не было ни лесов, ни густой пышной травы, не было ни рек, ни холмов.

Первая остановка на пути в прошлое

Без конца и без края раскинулась ледяная пустыня. Холодный ветер свистит над мертвой белой ледяной поверхностью. Не пробегает зверь, не пролетает птица.

Может быть, мы в центре Гренландии или Антарктиды?

Нет. Это мы начали путешествие в прошлое. Мы находимся на том месте, где стоит сейчас Москва. Но нас отделяет от сегодняшних дней несколько сотен тысяч лет. Это совсем не много по сравнению со всей геологической историей — все равно, что один день по сравнению с человеческой жизнью. Идет период времени, который геологи называют четвертичным и который относится к эре новой жизни, или кайнозойской. В этом периоде, в то время, когда на Земле только что появился человек, сделаем мы первую остановку на длинном пути в прошлое планеты.



Огромное ледяное поле покрывало в начале четвертичного периода большую часть современной Русской равнины. На карте показаны границы этого поля.

Посмотрите на карту. На ней нанесена граница распространения сплошных масс льда толщиной в сотни и даже тысячи метров, покрывавших когда-то большую часть нашей страны. Как проходит эта граница? Вот столица Украины — город Киев. И там все было покрыто мощным ледяным покровом. Если мы проследим границу оледенения отсюда к востоку, то увидим, что она отходит к теперешнему городу Орлу, дальше вновь

поворачивает на юг, огибает Воронеж, потом снова отклоняется к северу, протягиваясь через те места, где стоят теперь города Горький, Киров, Пермь.

Холодное дыхание ледника изменяло все далеко вокруг.

Крымский полуостров… Сейчас там теплое солнечное море, горячие камни, зеленые виноградники. Но в то время, о котором мы говорим, в Крыму паслись стада северных оленей, выходили на охоту песцы, летали белые полярные куропатки, прятался среди кустов заяц-беляк. Бродили по Крыму и огромные древние слоны — мамонты, с густой бурой шерстью.

Не покрывали склоны Крымских гор тенистые широколиственные леса из бука, граба, дуба, не окружали берег моря высокие, стройные кипарисы. Росли здесь лишь береза, ольха, ива, но и их стволы были изогнуты: от постоянных холодных ветров они не могли распрямить своих красивых ветвей.

На теперешнем Крымском полуострове искали защиты от наступившего холода наши далекие предки — люди древнего каменного века. Спасаясь от холода, они учились разжигать костры, шить себе одежды из шкур животных, использовать для жилья пещеры.

Очень медленно с севера на юг надвигался ледяной покров. Сотни и тысячи лет прошли, прежде чем сплошные массы льда из районов современного Кольского полуострова, Полярного Урала, Новой Земли достигли тех мест, где сейчас расположены города и села, раскинулись поля и сады Украины.

На Крымском полуострове во времена оледенения паслись северные олени, жили огромные древние слоны — мамонты, прятался в низкорослых кустах заяц-беляк и летали белые полярные куропатки.

Потом медленно, в течение тысячелетий, таял, уменьшал свою толщину ледник. Многоводные большие реки брали начало от его края. И по освобождавшейся из-подо льда Земле продвигалось к северу все живое. Двигался на север и человек.

На берегах древнего Днепра, древнего Дона и их притоков

селилось все больше и больше людей. Не только хорошая охота привлекала человека. Ледник создал естественные склады свежего мяса: вмерзшие в еще не оттаявшую почву трупы животных. Больше всего было трупов мамонтов. Около мамонтовых кладбищ устраивал древний человек свои стоянки.

Люди послеледникового времени были вооружены копьями с тяжелыми каменными наконечниками; они умели строить для жилья землянки. Все тщательнее отделывали они свои орудия, все более и более разнообразными изготовляли их. На стенах пещер, на плитках мягкого камня, на широких бивнях убитых мамонтов создавали люди первые картины. На них — изображения мамонтов, львов, бизонов — тех животных, на которых человек охотился, которые жили в это время на просторах Русской равнины. Этим животным он поклонялся, считал их священными. Хвосты мамонтов, лапы львов были первыми «иконами» наших далеких предков. Их находят сейчас на древних стоянках. Историки-археологи смогли многое узнать о людях каменного века, изучая изображения на стенах пещер, древние каменные орудия.

Но как смогли геологи узнать о существовании ледника, о природе, окружавшей наших предков?

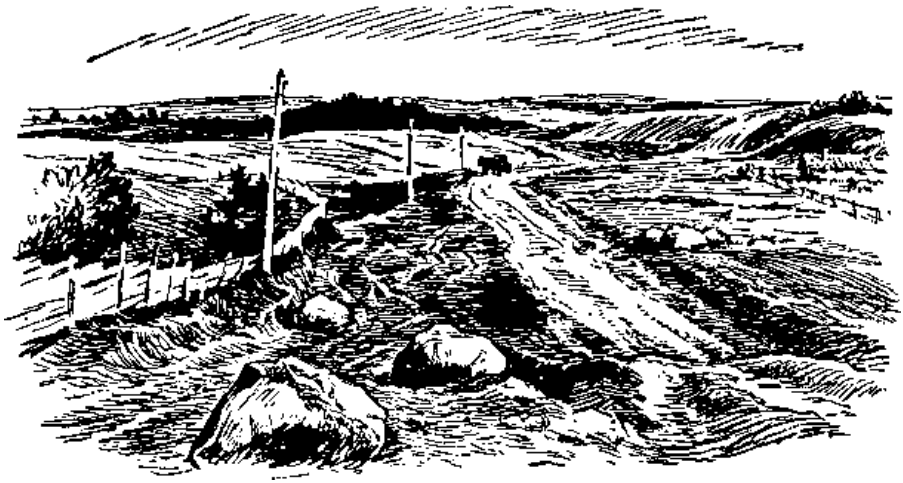
В этом им помогли камни.

«Дикие» камни и глина, которая прилипает к нашим подошвам

В Петровские времена улицы Москвы были немощеные. Крестьянские повозки и богатые кареты одинаково тонули в грязи. В 1707 году Петр Первый наложил повинность на население: с каждых четырехсот крестьянских дворов приказано было доставить в Москву по «четыре сажени разного камня». Кроме того, предписано было всем приезжающим в Москву привозить с собой «по три камня диких ручных, и чтобы те камни меньше гусиного яйца не были». У въезда в город, у застав, на дорогах Тверской и Дмитровской, Серпуховской и Калужской вырастали кучи камней. Из этих камней выкладывались первые московские мостовые.

«Дикие» камни — булыжники можно и сейчас еще увидеть в некоторых маленьких московских переулках — там, где их не успели залить асфальтом. Когда дождь обмоет мостовую, булыжники хорошо видны. Вот среди них пестрый, красный с черными крапинками камень — гранит, рядом буровато-красный

плотный кварцит; здесь же темно-зеленый, почти черный диабаз. Эти камни, разбросанные по Русской равнине, рассказали геологам о леднике. Большие скалы, сложенные из них, находятся на севере, в районах современной Карелии, на Кольском и Скандинавском полуостровах, в Финляндии. Здесь первоначально накапливались льды, отсюда широкими языками двигался ледяной щит на юг и юго-восток.



Валуны, разбросанные по Русской равнине, помогли геологам узнать о древнем оледенении.

Не сразу поняли геологи, как обломки скал оказались в Подмосковье, в окрестностях Воронежа и даже на Украине. Предполагали сначала, что они были перенесены водой. Но как представить себе водный поток, захвативший огромную площадь и притащивший с собой большие каменные глыбы? И потом, если бы камни принесла вода, она рассортировала бы их: песок и мелкие камешки отложились бы вместе в тех местах, где течение слабее, более крупные камни — на быстринах. А ведь «дикие» камни, разбросанные на огромных пространствах Русской равнины, совсем не сортированы. Не видно и следов окатывания их водой.

Позже возникло предположение о том, что камни, вмерзшие в плавучие льды, приплыли сюда по морю. Но у геологов было надежное средство проверить это. Если существовало море, то оно должно было оставить свои отложения, накапливавшиеся на морском дне. Таких отложений не оказалось.

Постепенно, шаг за шагом, собирали геологи новые наблюдения и пришли к выводу, что «дикие» камни мог принести только ледник — огромное ледяное поле, медленно двигавшееся по поверхности Земли.

Были ли вы когда-нибудь в Москве на Ленинских горах, около нового здания университета? Может быть, вам приходилось спускаться к Москве-реке. Если бы вы внимательно присмотрелись к породам, из которых сложены Ленинские горы, то заметили бы, что горы представляют собой скопление камней разного состава, формы, размеров, в беспорядке заключенных среди бурой вязкой глины. Такую глину с камнями называют мореной. Она может образоваться только в результате движения льда.

Как гигантский ледяной плуг весом в миллионы тонн, действует ледник. Там, откуда лед начинает движение, он выламывает куски скал и потом тащит их с собой на сотни и тысячи километров. Когда ледяной покров начинает таять, все эти камни остаются неопровержимыми свидетелями былого оледенения. Морены образуются и сейчас высоко в горах или в холодных странах, где медленно движутся ледники.

Древним ледником принесены не только «дикие» камни. С его деятельностью связано также образование бурой глины, той самой, которая налипает на наши подошвы в дождь и которую мы нередко пренебрежительно и с досадой называем грязью.

Бурая ледниковая глина образовалась из тех камней, которые переносил лед. Эти камни истирались, и с ними происходили сложные химические преобразования, прежде чем они превратились в глину.

Геологи тщательно изучают глину: ведь это один из важнейших наших строительных материалов. Миллионы кирпичей приготовляют из нее.

О былом распространении льдов узнают также геологи, изучая формы холмов и долин, выясняя происхождение рельефа местности. На севере, там, откуда начинал двигаться ледник, долины нередко как бы выпаханы огромной и тяжелой массой льда, а на Русской равнине холмы насыпаны из материала, который перемещал ледник.

Вот проходит узкая и длинная гряда, будто кто-то неведомый проложил большую железнодорожную насыпь прямо через низины, по склонам, по пригоркам на многие километры. Как она образовалась?

Геологи исследуют материал, из которого сложена насыпь. Оказывается, когда-то по трещине в ледяном поле проходил водный поток. Талые ледниковые воды несли по трещине песок, глину, гальку. Потом лед стаял, и все отложения протекавшей во льду реки остались в виде ровной вытянутой гряды.

Полноводные, но непостоянные, часто менявшие свое русло потоки талых вод переносили в ледниковое время огромные

количества песка. Этот песок осаждался около края ледника. Теперь там располагаются плоские и ровные песчаные пространства, поросшие сосновыми лесами. Это знаменитые Мещерские, Припятские и другие полесья.

От холодных ледяных просторов непрерывно дули сильные ветры. Они развевали пески, поднимали и переносили пылинки горных пород по воздуху на сотни километров. Скопления этой пыли образовали на Украине большие залежи особой горной породы — лёсса.

Вот как многое в природе обязано своим происхождением леднику. Попробуйте представить себе, что оледенения не было. Вся наша жизнь сложилась бы тогда по-иному. Иными были бы формы возвышенностей и низменностей на Русской равнине, по-другому текли бы реки. В других местах селились бы наши предки, возникали села и города. Не было бы у нас под руками и привычных строительных материалов — глины, песка, булыжника. Совсем иной вид имели бы все постройки.

Ученые пока еще не смогли до конца «прочесть» в песчаных и глинистых обрывах, в нагромождениях камней, в формах холмов и долин историю оледенения.

Одни считают, что за последние несколько сотен тысяч лет в четвертичном периоде геологической истории ледник надвигался на ту площадь, где находится наша страна, четыре раза. Они говорят, что каждый раз после этого лед полностью стаивал, снова становилось тепло, начинали зеленеть луга, возвращались на прежние места животные.

Другие ученые утверждают, что только один раз пришли с севера огромные массы льда.

По-разному объясняют ученые и причины похолодания, из-за которого накапливались колоссальные количества льда. Может быть, похолодание произошло потому, что меньше тепла давало Солнце. Могло повлиять на климат иное, чем в наши дни, распределение гор и морей на земном шаре.

Ученые выяснили, что холодные покровы льда сковывали нашу планету не только в четвертичном периоде. Примерно каждые 200 миллионов лет ледяные массы начинали свое движение от полюсов в теплые страны. И каждый раз холодное дыхание севера уничтожало растительность, заставляло животных уходить на новые места.

Советский геолог Лунгерсгаузен высказал недавно интересное предположение о том, что такие повторяющиеся похолодания не случайны. Эти похолодания почти точно совпадают с вычисленным астрономами периодом обращения всей нашей солнечной системы вокруг так называемого центра

Галактики. В зависимости от того, находится ли солнечная система среди скопления звезд, или в тех местах, где звезд мало, меняется климат Земли. Лунгерсгаузен считает, что сейчас наша Земля только еще постепенно выходит из состояния «космической зимы». Пройдут не сотни и не тысячи, а десятки тысяч и даже миллионы лет, прежде чем исчезнут остатки гигантских ледников, сохранившиеся в наши дни в Гренландии и в Антарктиде. А потом вновь через трудно вообразимый промежуток времени — во много десятков миллионов лет — наступит похолодание, и, может быть, опять на месте Москвы будет ледяная пустыня…

Но мы ведь условились путешествовать не в будущее, а в прошлое нашей планеты. Продолжим это путешествие.

Тропики под Сталинградом

К небольшому болотцу среди леса вышли на водопой животные. Кто они? Посмотрите на рисунок. В центре его изображены животные, похожие на слонов. Но это не слоны. Ростом они меньше, головы у них вытянутые, удлиненные, а хоботы и бивни короткие.

А справа на рисунке… Это что за животные? Они похожи на небольших лошадей, но… может быть, художник ошибся? Ноги у этих «лошадей» кончаются не копытами, а тремя мягкими пальцами.

Нет, художник не ошибся. Перед нами на рисунке не слоны и не лошади, а отдаленные предки этих животных — мастодонты и гиппарионы.

Окруженного зарослями грецкого ореха, тенистыми буками и грабами болотца и этих животных художник никогда не видел. Но геологи, изучая великую каменную летопись — слои горных пород, — пришли к выводу, что подобные животные могли бродить где-нибудь в окрестностях Сталинграда около 20 миллионов лет назад в то время, которое называется третичным периодом. И нет ничего удивительного в том, что на рисунке изображена обезьяна, которая сидит на ветке дерева. Это были обычные обитатели теперешней южной части Русской равнины.

Много интересного могли бы мы увидеть, если бы чудесная машина времени перенесла нас в лес третичного периода истории Земли. Особенно разнообразными были бы картины, если бы мы отправились путешествовать по древнему лесу не только от

одного места к другому, но также и во времени, удаляясь с каждым шагом в глубь веков и тысячелетий.

Геологи представляют себе, что такими были окрестности Сталинграда около 20 миллионов лет назад. На водопой пришли предки современных лошадей — гиппарионы и предки слонов — мастодонты.

Мы прошли совсем немного, и лес стал реже. Это уже не лес, а отдельно стоящие раскидистые деревья, подобные тем, которые растут где-нибудь в африканской саванне. Но животные иные, чем в современной Африке. Вот с высоких ветвей дерева обгладывают листву два каких-то животных. Ноги у них толстые, как у слонов, но на голове совсем нет хоботов, нет и бивней. Головы у этих уродцев маленькие, уши стоячие, шеи длинные… Перед нами индрикотерии — предки современных носорогов. Это были самые высокие млекопитающие животные, которые когда-либо жили на земном шаре. Высота их достигала четырех — пяти метров. Они легко дотягивались до ветвей больших деревьев.

Предкам носорогов — индрикотериям нетрудно было дотянуться до ветвей больших деревьев: ведь высота этих животных была около 5 метров.

Продолжим наше путешествие в глубь третичного периода. Природа снова стала иной. Жаркий тропический климат. Там, где сейчас вдоль улиц городов и сел возвышаются стройные тополя, растут высокие пальмы с широкими раскидистыми кронами. Тут же располагаются целые леса фикусов с их крупными, как будто помазанными маслом листьями, шумят заросли бамбука. Деревья увиты плющом, виноградом; между толстыми стволами густо

разрослись папоротники.

По деревьям леса снуют обезьяны, болотистые низины населяют крокодилы и черепахи…

Отправимся по тропическому лесу прошлого из района теперешнего Сталинграда к югу.

Что это? Мы прошли совсем немного, всего несколько километров, и перед нами уже берег моря. Какое это море: Каспийское, Черное или Азовское?

И то, и другое, и третье. В третичном периоде геологической истории все эти моря были соединены в единый огромный бассейн. Берег моря проходил в тех местах, где сейчас стоят города Орша, Воронеж. Широким мысом вдавался берег в древнее море в районе теперешнего Сталинграда, а затем вновь шел севернее, в районе городов Куйбышева и Оренбурга.

В теплых морских водах, так же как и на суше, кипела жизнь: мелькали стаи рыб, плавали прозрачные зонтики медуз, ползали по дну морские ежи, возводили свои постройки кораллы. Человек никогда не видел населения древнего моря — ведь люди появились на земном шаре значительно позже, чем оно существовало. Но, изучая окаменевшие остатки животных, геологи узнали о них так много, что стало возможным мысленно представлять себе прошлое, отправляться в чудесные путешествия сквозь миллионы лет.

Геологи совершают путешествия в прошлое не из любопытства, не для того только, чтобы узнать что-то новое, не известное ранее. С каждым периодом геологической истории связано образование каких-нибудь подземных богатств, и, чтобы искать эти богатства, нужно знать, как выглядела наша Земля во время их образования.

Металл твердых сплавов

Приходилось ли вам полоскать горло марганцовкой? Наверно, приходилось. Но вряд ли вы задумывались при этом над судьбой химического элемента марганца, который входит в состав полоскания. А у него, как, впрочем, и у любого другого элемента, судьба очень интересна.

Марганец — замечательный металл. Если добавить немного марганца к стали, то она станет очень прочной и упругой. Из марганцевой стали делают рессоры для автомобилей, вагонов, тепловозов, различные пружины, гусеницы тракторов и другие

особо прочные детали машин.

Много ли марганца в Земле? Где искать его? На эти вопросы должны ответить геологи.

Оказывается, марганца в земной коре насчитываются миллиарды тонн. Но большая его часть рассеяна. Только по нескольку граммов этого металла приходится на тонну большинства горных пород. Конечно, добывать марганец из таких пород невыгодно.

Но на земной поверхности горные породы разрушаются. И каждый из химических элементов, который входил в их состав, начинает свою самостоятельную, очень сложную и далеко еще полностью не разгаданную учеными «жизнь». Одни элементы остаются на месте разрушающихся камней, другие растворяются текучими водами, третьи вступают в новые химические соединения.

Марганец попадает в речные воды. Ученые подсчитали, что современные реки всего земного шара переносят ежегодно несколько тысяч тонн марганца. Особенно много марганца содержится в воде тропических рек. Ведь в тропических странах, где климат очень сырой и жаркий, камни разрушаются быстрее всего.

Но речные воды — это еще не месторождения марганцевых руд. Для образования таких месторождений нужно, чтобы сосредоточились, сконцентрировались соединения Марганца. Как это происходит?

У человека есть для этого многочисленные помощники: водоросли, лишайники, насекомые и, наконец, самые главные — бактерии, видимые только в сильный микроскоп.

Ученые выяснили, что некоторые бактерии содержат до 6–7 процентов марганца. Пусть вас не смущает, что бактерии очень малы, почти невесомы. Зато количества их огромны. Колоссальны поэтому и те скопления марганца, которые образуются в результате жизни бактерий.

На дне озер и морей, вблизи от впадения в них больших рек, неутомимые помощники людей, невидимые труженики — бактерии осаждают и осаждали в различные времена геологической истории соединения марганца. Эти соединения похожи на рыхлую черную землю. Трудно даже поверить, что это руды, из которых можно добывать серебристо-белый металл.

Особенно много образовывалось марганцевых руд в третичном периоде геологической истории, которому был посвящен предыдущий рассказ. Ведь именно в это время на земле был тропический климат.

Не все рудные залежи, которые образовывались в древних

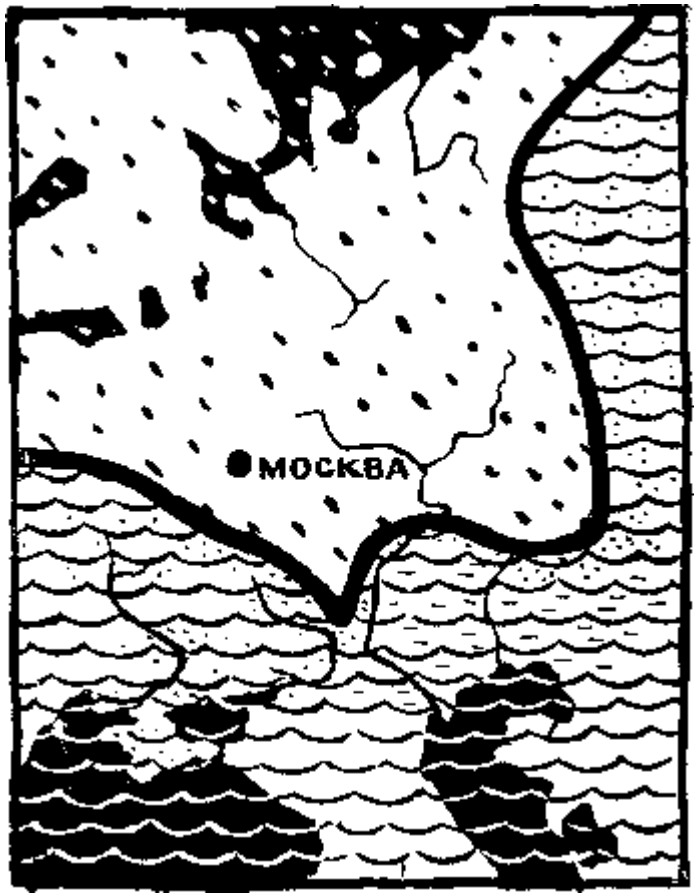
морях, сохранились до наших дней. Морской прибой, подводные течения, а после отступания морей ветры и бурные реки разрушали, размывали их. Поэтому в наши дни большие скопления марганцевых руд удается находить сравнительно редко.

Еще в конце прошлого столетия геологи нашли огромные залежи таких руд на Украине, вблизи от города Никополя, среди отложений моря третичного времени. Давно пересохло это море; давно на том месте, где оно существовало, выросли большие города, живут люди, проложены железные дороги. Но подземные клады, надежно спрятанные в земных недрах, сохранились до наших дней и служат человеку.

Чудесная киносъемка

Вы, наверно, видели когда-нибудь на экране, как раскрываются лепестки цветка. На наших глазах в 100–200 раз быстрее, чем в действительности, шевелится бутон, раздвигаются в стороны лепестки, расправляются тычинки. Подобные киносъемки не только очень красивы — они имеют большое научное значение, позволяя выяснить ход тех процессов, которые невозможно или очень трудно проследить в природе.

К сожалению, геологические изменения чересчур медленны для того, чтобы их можно было «сжать» до возможности показа в кино. Для этого потребовалось бы увеличить скорость событий во много сотен и даже тысяч миллионов раз. Но мысленно мы можем представить себе, что с помощью гигантской кинокамеры, направленной сверху на просторы Русской равнины, удалось заснять пусть хотя бы только очертания морей и суши за один сравнительно короткий отрезок геологической истории. Попробуем спроецировать наши съемки на воображаемый экран. Не забудьте только, что мы отправились путешествовать в прошлое, от более ранних к более древним событиям, и пленку нам надо вращать в этом направлении.

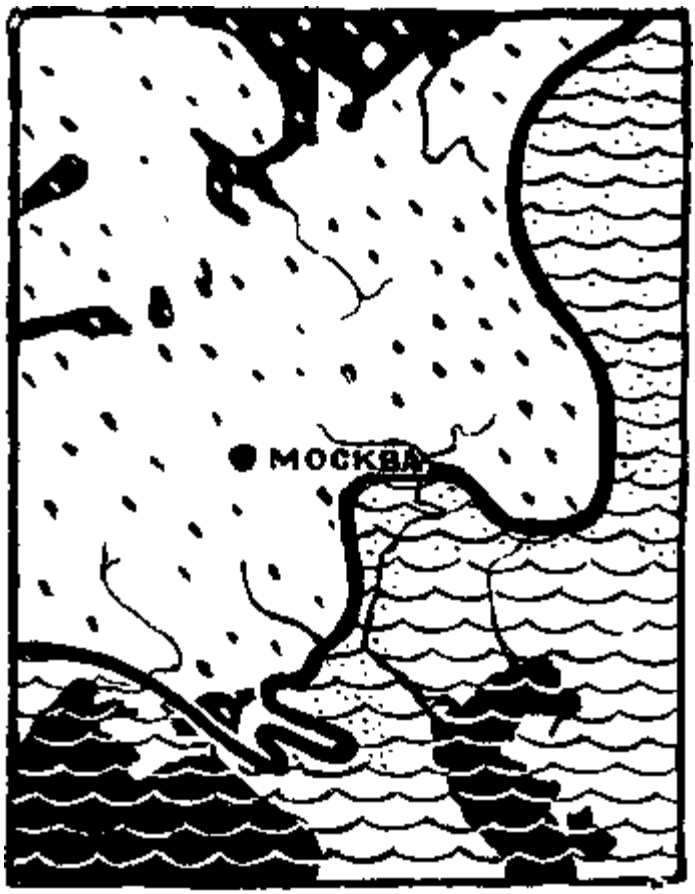


1. Таким было распределение моря и суши на месте современной Русской равнины 30 миллионов лет назад. Суша обозначена на карте большими черными точками, море — «волнами». Около берегов в море отлагались пески, а дальше — глины. В этом море образовывались марганцевые руды.

Перед нами на первом рисунке, как на экране, изображены берега моря третичного периода, в одном из участков которого отлагались соединения марганца. Оно занимает почти всю теперешнюю Украину, протягивается в Поволжье и на Кавказ и соединяется узким рукавом с другим морем, находящимся на месте современной Западно-Сибирской низменности.

Но вот заработал наш киноаппарат, убыстряя события в сотни миллионов раз, и контуры морских берегов стали изменяться. Мы видим, что море постепенно покидает пределы Украины, но вместе с тем залив его вдается гораздо дальше в современное Поволжье. По мере того как мы уходим в глубь времен, море доходит почти до того места, где теперь находится устье реки Камы. На втором рисунке художник запечатлел еще один кадр

нашей воображаемой киносъемки: очертания берегов моря, существовавшего примерно за 40 миллионов лет до нашего времени.

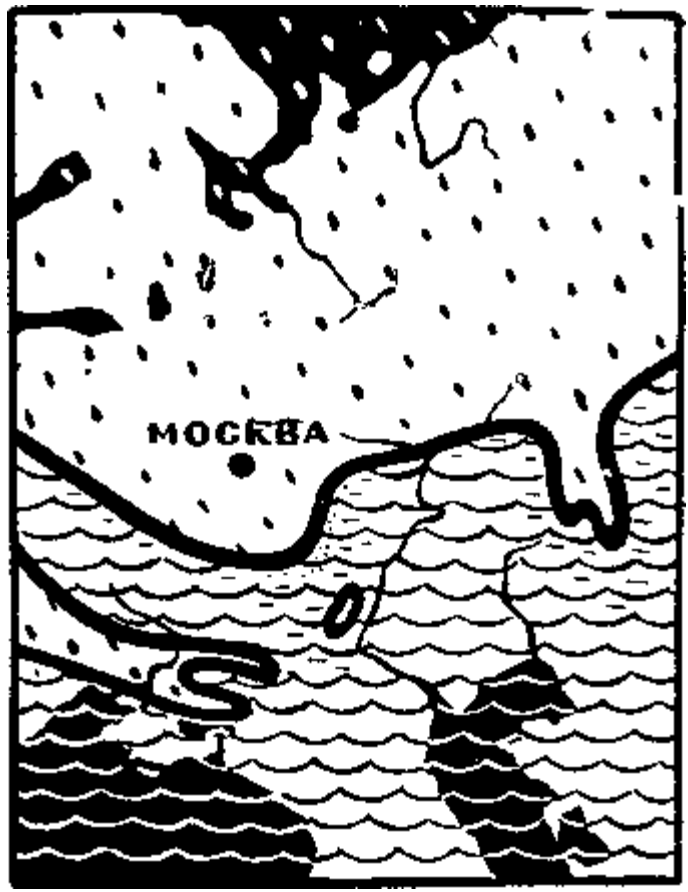


2. Несколько миллионов лет раньше того времени, к которому относится предыдущая карта, берега моря проходили по-иному.

И вновь удаляемся мы со своим чудесным киноаппаратом во все более и более отдаленные времена истории Земли. Идет уже не третичный, а более древний период геологической истории, который геологи назвали меловым. Широким проливом уходит в это время древнее море в современную Западную Европу (рисунок третий). Уже не пески и глины, а другие породы рассказывают геологам о море мелового периода. На дне этого моря отлагались миллиарды мельчайших известковых раковинок. Это из них состоит мел, знакомый каждому школьнику.

Только вдали от берегов, там, где не истирает все могучий морской прибой, могли жить обитатели тонких ажурных

известковых раковинок. А ближе к берегам, там, где разрушались прибрежные скалы, на морское дно оседали песок и глина.

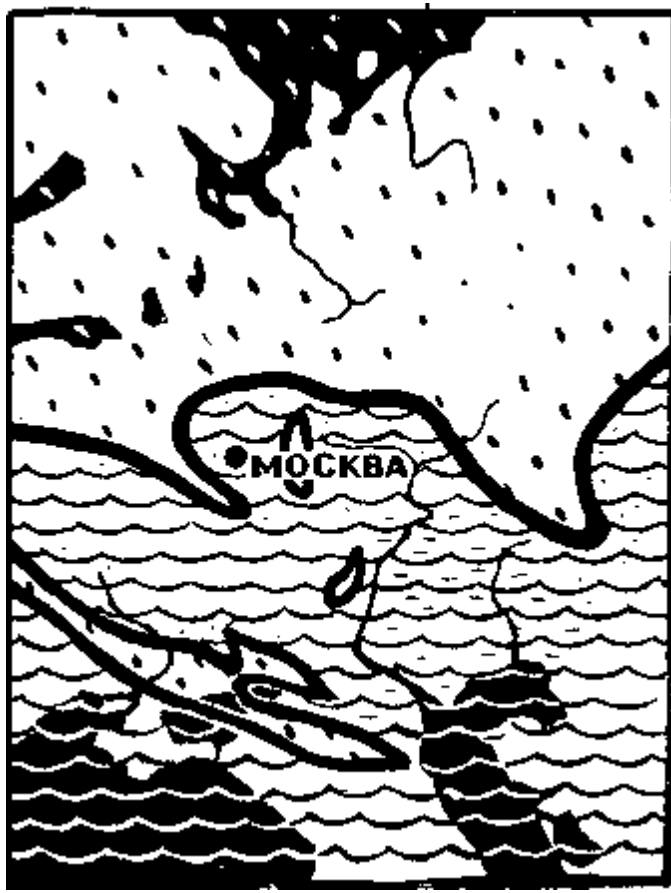


3. Около берегов моря в эру средней жизни отлагались пески (показаны точечками) и глины (показаны черточками), а дальше от берегов — мел.

Геологи прослеживают распространение слоев мела, выясняют, где эти слои сменяются слоями глин, где появляются пески. Постепенно встает при этом перед ними география прошлого, вырисовывается со всё большими и большими подробностями географическая карта того времени, которое отделено от нас десятками миллионов лет.

Но включается вновь наш необычный киноаппарат, и снова «оживают» контуры морей. Они то сокращают свою площадь и становятся все меньше и меньше, то начинают разрастаться. Постепенно ровные берега осложняются заливами, заливы эти начинают превращаться в проливы, соединяющие между собой различные бассейны. И вновь разъединяются моря, меняя и меняя

свои очертания.



4. В меловом периоде мезозойской эры, около 75 миллионов лет назад, морские воды покрывали те места, где расположена сейчас Москва. В южной части современной Русской равнины находился большой остров.

Воображаемая кинокамера привела нас к самому началу мелового периода. Границы моря отодвинуты в это время далеко к северу, и морские воды заливают те места, где стоит сейчас Москва (рисунок четвертый).

Море на месте нашей столицы! Трудно, почти невозможно вообразить бескрайние водные просторы там, где сейчас живут миллионы людей.

Как доказать, что на месте Москвы было когда-то море? Как заставить всех поверить в это?

Ясных, неопровержимых доказательств существования моря очень много. Часто люди держат в руках эти доказательства, даже не подозревая об этом. Было когда-то так и со мною.

Рассказ о «чертовых пальцах»

Однажды в детстве мы с товарищами играли на берегу Москвы-реки. Весело было скатываться вниз по высокому обрыву рыхлой черной глины!

Лазили мы долго, пока один из нас не нашел какой-то длинный ровный, будто специально обточенный камень. На конце камень был острый.

Что бы это могло быть?

Мы начали спорить.

— Может быть, это наконечник древнего копья? — предположил один из нас.

— Так что же его на токарном станке, что ли, обтачивали? — возразили другие. — Просто река обкатала.

Но река так не обкатывает камни, чтобы они стали похожими на наконечники копий.

— Давайте кого-нибудь спросим.

Побежали мы домой к одному из товарищей. Дома оказалась одна только бабушка. Она посмотрела на нашу находку, повертела ее в руках и сказала:

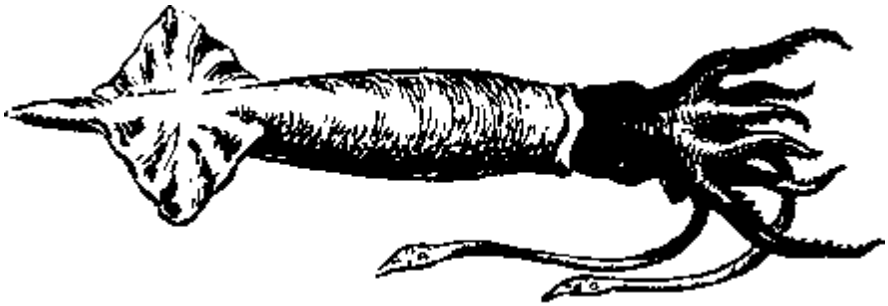
«Чертов палец» — остаток древнего моллюска белемнита.

— Называют такой камень «чертов палец», а как он такой ровный сделался, этого никто не знает. Старые люди рассказывают, будто самый главный из всех чертей хотел когда-то всю землю себе забрать. Схватил он ее руками, сжал, да и был наказан за жадность: сам в скалу превратился, а пальцы каменными стали и пообломались. С тех пор и находят люди пальцы этого черта в земле.

Выслушали мы бабушкин рассказ, да и забыли вскоре про «чертов палец». Вспомнил я о нем уже много лет спустя, когда пришлось изучать геологию.

Находка наша не представляет ничего редкого. Каждый может найти такие ровные, как будто специально обточенные камешки в обрывах Москвы-реки, Оки, Волги. Они почти всегда заключены в черной глине, отложившейся в холодных и мутных

водах моря, существовавшего в том периоде истории земли, который геологи называют юрским. Этот период предшествовал меловому, и оба они относятся к эре средней жизни, или мезозойской.



Ученые предполагают, что так выглядел белемнит.

«Чертов палец» — часть известковистой раковины древнего моллюска белемнита. Эти сравнительно небольшие моллюски, длиной 20–25 сантиметров, были предками каракатиц и осьминогов — страшных хищников современных теплых морей. Изредка ученым удавалось находить более полные скелеты белемнитов. По таким находкам они установили, как выглядели эти животные, погибшие много миллионов лет назад. Из раковины белемнита высовывалось противное скользкое тело, а от него отходило восемь непрерывно извивавшихся щупалец с присосками. Грозными были эти щупальца для мелких и слабых обитателей моря — безжалостно истреблял их белемнит.

Такие животные населяли Землю в юрском периоде. На берег вышел гигантский бронтозавр, перед ним — морское пресмыкающееся, хищный плезиозавр. В воздухе вдали — летающие ящеры рамфоринусы, а около древовидного папоротника — первоптица археоптерикс.

Но и белемниту грозило много опасностей. Вот из морской воды высунулось что-то похожее на огромную змею. Это — почти десятиметровая шея страшного хищника плезиозавра, огромного

пресмыкающегося, переселившегося с суши в воду.

Пресмыкающиеся господствовали в юрском периоде в воде и на земле, поднимались на перепончатых крыльях в воздух. В болотах, на низких морских берегах жили гигантские ящеры бронтозавры. Это были самые крупные живые существа, когда-либо обитавшие на нашей планете. Они достигали почти 30 метров длины и весили около 50 тонн — примерно столько же, сколько весят десять больших слонов. Питались бронтозавры мягкими, сочными болотными растениями. Немало их требовалось этим гигантам на обед.

В воздухе в юрском периоде, кроме летающих пресмыкающихся, впервые появились и птицы. Они были еще очень мало похожи на своих легких и быстрых современных собратьев. Во рту у первых птиц были зубы, на теле чешуя, и, если бы какая-нибудь из этих птиц чудом сохранилась до наших дней, вы бы, наверно, решили, что это летающая ящерица, а не птица.

Много разных окаменелых остатков и отпечатков древних животных и растений встречают геологи в отложениях юрского периода. Но не только эти остатки интересуют ученых. Геологи находят здесь еще замечательные камни, о которых следует рассказать более подробно.

Фосфорит — камень плодородия

Все знают о том, что есть камни, из которых выплавляют металлы, строят дома или которые сжигают в топках. Но слышали ли вы о камнях, добываемых специально для того, чтобы вновь бросить их в землю? Один из таких камней называется фосфоритом. Он содержит чудесный химический элемент — фосфор.

В 100 килограммах пшеницы или ржи заключено около 1 килограмма фосфорной кислоты, много ее в овощах и травах. Несколько десятков килограммов фосфорной кислоты «вытягивают» растения ежегодно с каждого гектара земли. Если количество фосфора в почве не восстанавливать, то она истощится, урожай будет все хуже, а потом на земле вообще ничего не станет родиться. Поэтому и нужны фосфорные удобрения, которые добываются из фосфоритов — «камней плодородия».

Фосфориты.

На вид фосфориты совсем невзрачны. Это черные или темно-серые желваки, шары, а иногда целые пласты, залегающие среди глины и песка.

Пласты фосфоритов расположены среди отложений, содержащих окаменелые остатки морских животных, следовательно, образовались они в море. Много их на Русской равнине, среди отложений моря юрского периода. Как же образовались фосфориты?

Еще не так давно геологи считали, что они произошли из трупов морских животных, оседавших на дно. Камни плодородия, говорили они, образовались в местах, где изменились условия жизни организмов, например там, где встречались холодные и теплые морские течения. Животные, привыкшие к теплой воде, не выдерживали изменения температуры и погибали. Залежи фосфоритов являются, таким образом, огромными ископаемыми кладбищами животных.

Но если это предположение справедливо, то в местах залежей фосфоритов должны одновременно находиться остатки животных, которые жили как в теплых, так и в холодных морях. Тщательно изучили это геологи и выяснили, что таких остатков почти ни в одном фосфоритовом месторождении не наблюдается.

В 1937 году советский геолог Александр Васильевич Казаков предложил новую теорию образования фосфоритовых месторождений. Он пришел к выводу, что остатки животных не имеют отношения к образованию камней плодородия. В морской воде содержатся соединения фосфора, говорил он. Эти соединения могут выпадать на дно, когда изменяется состав морской воды. А небольшие изменения состава воды происходят в море постоянно. Например, когда вода испаряется, то в ней увеличивается содержание солей, при впадении в моря рек вода

становится более пресной, и так далее.

Но и теория Казакова не полностью объясняла все особенности того, как образуются в природе камни плодородия.

Сейчас геологи вновь пришли к выводу, что в образовании фосфоритовых месторождений очень большую роль играли организмы, но не крупные организмы, а мельчайшие живые существа, плавающие по воле морских течений, — так называемый планктон. Ученые подсчитали, что в некоторых современных морях в кубическом километре воды только в течение одного лета образуется более 5 тысяч тонн планктонных организмов.

Мельчайшие планктонные организмы поглощали фосфор, который растворен в морской воде. Когда эти организмы умирали и скапливались на дне, то фосфор из них освобождался, концентрация его в воде становилась больше, и он выпадал в виде минерала фосфорита.

Длинный путь проделал фосфор в недрах Земли и на ее поверхности, прежде чем превратился в камень плодородия — фосфорит, заключенный среди слоев, отложившихся в юрском периоде. Около 100 миллионов лет пролежали затем фосфориты без движения в недрах земли. Теперь люди научились добывать и использовать их. Человек перерабатывает фосфориты и удобряет, обогащает соединениями фосфора землю. В земле этот чудесный химический элемент начинает снова длинный и сложный путь превращений.

Раскопки профессора Амалицкого

Перевернем еще несколько страниц геологической летописи, отправимся дальше в прошлое нашей планеты. До сих пор мы путешествовали по тому времени, которое геологи объединяют в эры новой и средней жизни, или, как принято их называть, кайнозойскую и мезозойскую.

Эре средней жизни — мезозойской — предшествовала в истории Земли эра древней жизни — палеозойская.

На границе двух эр в течение многих миллионов лет почти вся наша Родина была сушей. Много событий происходило в это время. Далеко не все они запечатлелись в земных слоях.

Больше всего «документов» оставил пермский период геологической истории — самый молодой из периодов палеозойской эры. Горные породы, образовавшиеся в это время,

слагают почти весь север и восток Европейской части Союза.

Мы с вами в тех местах, где сейчас протекает в своих лесистых берегах Северная Двина. От сегодняшнего дня нас отделяет 180 миллионов лет. Перед нами болотистая низина, заросшая высокими, странными, почти безлистными деревьями. Через низину переходит стадо больших и неуклюжих животных, не похожих ни на одного представителя современного животного мира. Ноги их — короткие и толстые, выгнутая спина покрыта толстым костяным панцирем, голова широкая и уродливая. Это — парейязавры. Они идут медленно, то и дело останавливаются, срывают сочные ветви болотных растений. Вот одно животное отползло в сторону. Может быть, оно испугалось крадущегося за парейязаврами грозного хищника — иностранцевии. В стороне от проторенной тропы трясина оказалась более вязкой. Передние ноги парейязавра провалились. Он забился, пытаясь выбраться из трясины. Но вязкий, тягучий ил затянул его.

Неуклюже переваливаются на коротких лапах уродливые пресмыкающиеся парейязавры Их выслеживает иностранцевия.

Эта история не выдумана. Ее точно восстановили ученые, исследовав то, как располагаются в земле кости парейязавра, которые сохранились до наших дней среди слоев горных пород.

Впервые остатки парейязавров и других позвоночных

животных пермского периода нашли на севере России около шестидесяти лет назад. Обнаружил их Владимир Прохорович Амалицкий.

Четыре года выбирал Амалицкий место для предстоящих раскопок. Вот что пишет он об этом: «Пришлось купить небольшую лодку, нанять двух гребцов и таким образом путешествовать по Сухоне и Двине под открытым небом, укрываясь под навесом лодки в дождливую погоду. Так путешествовали мы с женой каждое лето с 1895 по 1898 год, привыкли к гнусу и мошкаре, приспособились при самых скудных питательных средствах и при громадном аппетите иметь обед и ужин (я умалчиваю о его достоинствах), выучились под проливным дождем раскладывать костер, а при сильной буре находить на реке такие «гавани», где наша лодка была бы в совершенной безопасности…»

Вначале находки Амалицкого были разрозненными. Встречались лишь отдельные кости или их отпечатки. Для более полных находок необходимо было производить специальные раскопки.

Место для раскопок Амалицкий выбрал на берегу Северной Двины, примерно в 13 километрах от железнодорожной станции Котлас. Здесь почти 200 миллионов лет назад текла могучая, полноводная река, которая брала начало с только что возникшего в то время Уральского хребта.

Многочисленные животные обитали на берегах реки. Когда они умирали, то трупы некоторых из них заносило песком. Соединения, которые выделялись при разложении трупов, цементировали песок, превращали его в камень. В результате отдельные кости и целые скелеты оказались теперь заключенными как бы в крепкую каменную оболочку. Из таких оболочек Амалицкий при раскопках извлек много костей и целых скелетов древних животных.

Работать мешала непогода: то стояла ужасная жара, то шли дожди, то свирепствовали холодные ветры. Но больше всего хлопот Амалицкому причиняли всякие невежественные толки, которые распространялись вокруг работ.

Сначала прошел слух, что профессор ищет золото. Кости древних пресмыкающихся были так непохожи на кости современных животных, что их посчитали за «золотую руду». «Окаменелости утаивали, разбивали, накаливали, ковали, — писал Амалицкий. — Так как ничего не выходило, то, решив, что «слово» известно мне одному, оставили их в покое».

Потом пошли еще более нелепые слухи: что Амалицкий раскопал прежде живших оборотней и драконов, которые вначале

хватали скотину (в год раскопок в районе была эпидемия сибирской язвы), а потом, «при светопреставлении», будут хватать людей. Для того чтобы спасти коллекции от возможного нападения, Амалицкий, не дожидаясь конца работ, погрузил ящики с ценными находками на пароход.

Сейчас тщательно обработанные коллекции Амалицкого и многочисленные, более поздние находки советских ученых выставлены в Палеонтологическом музее Академии наук СССР в Москве. По скелетам и по отдельным костям ученые восстановили общий облик древних животных, создали их «портреты».

Перед всеми предстала теперь жизнь далекого пермского времени, того времени, когда среди болотистых лесов теперешней Русской равнины ходили стада парейязавров.

Еще о пермском периоде, или рассказ о соли

…Жаркий, душный воздух. Почти неподвижная темная вода огромной морской лагуны. Только узким проливом сообщается эта лагуна с открытым морем. Вокруг низкие, пустынные берега. Воздух над красными и желтыми песками дрожит от жары…

Мы с вами в предгорьях Урала, там, где сейчас на склонах холмов и оврагов растут темно-зеленые тенистые и прохладные еловые леса, в пермском периоде геологической истории. Сейчас мы отправились в несколько более раннее время этого периода по сравнению с тем, по которому путешествовали в прошлой главе. В это время вдоль всего западного склона теперешнего Уральского хребта и южнее, в районе современного Донецкого бассейна, располагались морские лагуны.

Если бы кто-нибудь захотел окунуться в воду одной из таких лагун, то его бы сразу вытолкнуло обратно. Вода была плотная, насыщенная различными солями. Лагуны пересыхали, и эти соли отлагались на их дне. Они отлагались не в случайной, а в строго определенной последовательности, подчиненной законам химии. Первыми оседали соли угольной кислоты — известняки: они хуже других растворимы в воде и легко осаждаются. Позже на дно начали садиться сернокислые соли — возникли залежи минерала гипса.

Сильнее и сильнее выпаривалась вода. Постепенно на дно лагун оседал хлористый натрий — обычная поваренная соль. И наконец последней, когда воды осталось уже совсем мало, выпала

калиевая соль соляной кислоты — хлористый калий, особенно хорошо растворимый в воде.

Сейчас на месте древних лагун среди слоев горных пород, образовавшихся в пермском периоде, находят огромные залежи различных солей.

Поваренная соль была одним из первых полезных ископаемых, известных в России. Не сразу начали добывать каменную соль. Сначала соль выпаривали — «варили» из воды, растворявшей на глубине соляные слои.

Около пятисот лет назад, в 1480 году, «гостиные новгородские люди» братья Калинниковы соорудили в Предуралье первую «соляную варницу». Соль выпаривали на железных сковородах в маленьких закопченных деревянных избушках.

Позже в Предуралье стали добывать каменную соль. Но главные богатства древних лагун — залежи редких калийных солей — были скрыты от человека еще очень, долго. Раньше считалось, что эти соли, которые являются, незаменимым сырьем для производства удобрений, имеются только около города Страсбурга в Германии. Слишком редко, говорили некоторые ученые, создаются в природе условия для осаждения солей калия. Но действительность оказалась иной.

Еще до первой мировой войны при бурении разведочных скважин в районе Соликамска среди обычной каменной соли были встречены прослойки какой-то горькой соли, окрашенной в красный цвет. Сначала этим находкам не придали особого значения, но образцы необычной соли сохранили. В 1915 году, когда подвоз калийных солей в страну прекратился, произвели химический анализ образцов. Оказалось, что они содержат калий. Но, хотя это и было выяснено, разведку калийных солей начали лишь после революции. Теперь советские геологи доказали, что в Предуралье, в окрестностях старинного города Соликамска, калийных солей намного больше, чем в Страсбурге.

Мы с вами в Соликамске — центре калийной промышленности Советского Союза. Просторная клеть спускает нас в глубокую шахту. Отражая огни электрических ламп, сверкают миллионы соляных кристаллов. Кажется, будто нежные розовые и голубые лучи выходят из самих соляных пластов.

Без провожатого нетрудно и заблудиться. Уходят вдаль подземные коридоры — выработки. То и дело проезжают мимо электровозы с длинными составами вагонеток. Прямо под землей есть и столовые, и медицинский пункт, и ремонтные мастерские.

Здесь много машин: электрические сверла легко входят в сплошную массу соли, автопогрузчики грузят отбитую взрывами

соль, электровозы доставляют ее к шахтам… И невольно вспоминаются те далекие времена, когда на месте теперешнего Соликамска стояли закопченные бревенчатые соляные варницы. Вспоминаются еще и неизмеримо более далекие времена пермского периода — когда образовались эти замечательные богатства и на месте холмов Предуралья у подножия поднимавшегося Уральского хребта располагались высыхающие лагуны древнего моря.

Морская лилия — кринондея.

Москва белокаменная

В 1328 году в Москве был построен первый каменный собор. Для этого строительства «каменных дел мастеров» выписали из города Владимира, а камень везли в Москву на баржах из старинного подмосковного села Мячкова. Был этот камень белым, красивым, был он крепок, не боялся ни огня, ни сырости. Когда в 1367 году при Дмитрии Донском возвели из мячковского камня стены Кремля, то «велик тверд стал град Москва» и не страшились жители «за стенами каменными, за вратами

железными» нашествия врагов.

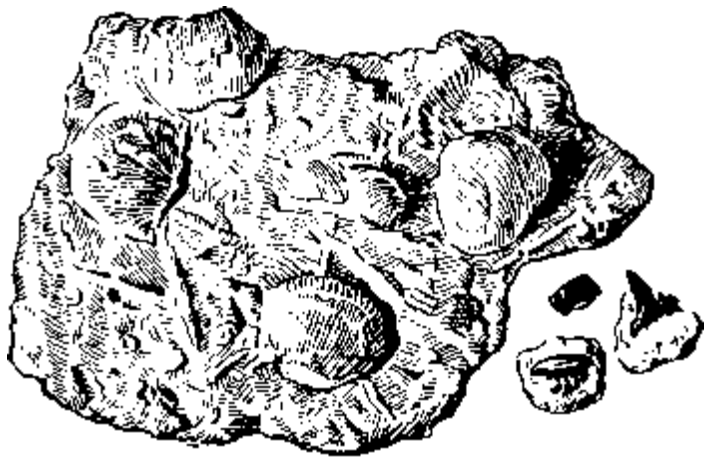
Красиво белели стены Московского Кремля, окружая темные, закопченные деревянные домики. С той давней поры назвали люди Москву белокаменной.

Белый мячковский камень — известняк образовался в море, существовавшем на месте Русской равнины до того, как по ней ходили парейязавры и отлагались залежи солей, — около 250 миллионов лет назад. Это было в то время, которое геологи назвали каменноугольным периодом.

Многие образцы подмосковного известняка состоят из мелких белых зернышек, напоминающих зерна пшеницы. Если посмотреть на эти зернышки в микроскоп или даже через сильную лупу, то можно убедиться, что строение их очень сложно. Это — тонкие раковинки давно вымерших животных, относящихся к классу простейших и называемых фузулинами.

Легко найти в известняке и другие остатки животных геологического прошлого. Вот перед нами окаменелые раковины различных моллюсков. А на другом рисунке — изящная чашечка ископаемой морской лилии.

Вспомните эпиграф к этой главе. В нем говорится о том, что каждая частица камня «когда-то дышала и деятельно участвовала в великой драме жизни». Эти слова написаны об известняке каменноугольного периода одним из замечательных русских геологов, академиком Алексеем Петровичем Павловым. Приведены они в одной из его последних работ, в которой просто и понятно для всех изложена геологическая история Русской равнины.



Отпечатки раковин моллюсков в известняке каменноугольного периода из Подмосковья. Справа внизу рисунка — зубы древней акулы.

В море каменноугольного периода.

Попробуем же, как говорил Павлов, воссоздать «силою мысли и знания» картину древнего моря, покрывавшего 250 миллионов лет назад те места, где стоят сейчас Москва и другие города Европейской части Советского Союза.

…Яркое солнце хорошо прогревает прозрачные бирю-зовые воды. Море неглубоко. В водах его кипит жизнь. Медленно колышутся стебли морских лилий. Густые заросли их расположились на дне. Между стеблями лилий неподвижно лежат или тихо, почти незаметно для глаза, передвигаются моллюски. Они очень разнообразны. Есть среди моллюсков и совсем маленькие, едва различимые, встречаются и крупные, до десятка сантиметров в поперечнике. Некоторые двустворчатые раковины моллюсков покрыты длинными и толстыми известковистыми шипами. Шипы надежно защищают их от морских хищников.

Вот, раздвигая податливые стебли морских лилий, появился один из них. Это — большая рыба, немного напоминающая современную акулу. Острые зубы ее — как иглы. Рыба не спеша плывет, высматривая добычу.

Своеобразна была жизнь в море далекого каменноугольного времени, о которой рассказал людям белый известняк.

В наши дни известняк — один из важнейших для строительства камней. Попробуйте-ка построить без него дом.

Это вам не удастся: дом развалится. Из известняка изготовляют известь, нужен он и для приготовления цемента. Плиты известняка украшают многие современные здания. Москвичи хорошо знают дом Совета Министров СССР в Охотном ряду, в центре города. Этот дом снаружи облицован плитами известняка, пришедшего к нам из далекого каменноугольного времени.

Четверть миллиарда лет назад в Донецком бассейне

Жаркий, сырой, удушливый воздух. Из низко нависших, затягивающих все небо туч идет дождь. Крупные капли его падают в желтую гнилую воду огромного болота. Мы находимся на месте Донецкого бассейна четверть миллиарда лет назад, в каменноугольном периоде, примерно в то же время, когда на месте Москвы в море отлагался белый известняк.

Лес каменноугольного периода. Справа — высокие лепидодендроны, слева — сигиллярии и более низкие деревья — каламиты. Через стволы поваленных сигиллярий переползают древние земноводные стегоцефалы

И дождь, и желтая болотная вода, и большие пузыри на воде от дождевых капель — такие же, как сейчас. Но это — единственное, что во всей природе напоминает наши дни. На

болоте растут необычные деревья, по их высоким стволам ползают насекомые, подобных которым давно уже нет на земном шаре, в болотной воде плавают странные на наш взгляд животные.

Вот заросли каламитов. Безлистные зеленые ветки этих деревьев — такие же, как маленькие веточки их далеких родственников, современных хвощей. Только размеры каламитов в несколько десятков раз больше.

Чем дальше от воды, тем выше становятся деревья. До тридцати метров возвышаются над болотистой низиной кроны могучих лепидодендронов и сигиллярий. Больше двух метров в поперечнике достигает толщина их стволов.

Далекого потомка лепидодендронов вы, наверно, встречали летом в лесу. Это — мох плаун. Потянешь за зеленый, немного колючий побег такого мха — и вытянешь целую гирлянду, усыпанную желтыми спорами. Такими же спорами, но только гораздо более крупными были покрыты ветви лепидодендронов. Желтым дождем падали они на землю с высоты 20–30 метров.

Деревья каменноугольного леса увивали ветвящиеся папоротники, подобных которым давно уже нет на земном шаре. Росли разнообразные по виду и размерам папоротники и у подножия стволов.

Невеселым был лес. Цветов в нем не было, потому что цветковые растения появились значительно позже. Не слышно было и пения птиц: первая птица пролетела над землей почти через 100 миллионов лет после того, как кончился каменноугольной период.

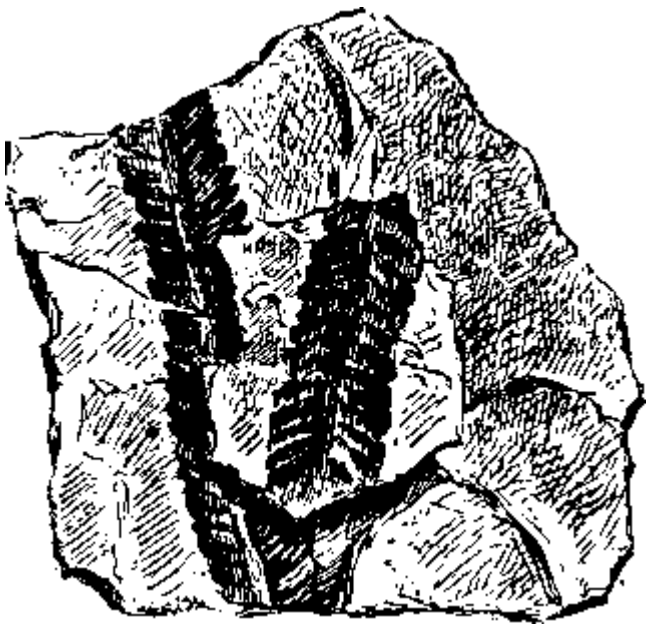
По стволам деревьев, по листьям папоротников ползали огромные пауки, тараканы, мокрицы — одни из наиболее древних обитателей нашей суши. Изредка по лесу пролетали стрекозы. Но это были не те маленькие, изящные насекомые, которые вьются сейчас над болотами и речками, а большие животные, почти с метровым размахом крыльев.

Оживляли лес и древние земноводные — предки современных тритонов и лягушек. Среди них больше всего было стегоцефалов. Неуклюже переваливались они на своих лапах, еще мало приспособленных к движению по суше. Уродливые головы стегоцефалов покрывал крепкий панцирь, поэтому и получили они свое название, которое в переводе на русский язык означает покрытоголовые. На теле стегоцефалов блестела мокрая, скользкая чешуя.

Постепенно восстанавливали геологи картину древнего леса. Для этого им пришлось внимательно пересмотреть сотни тысяч образцов каменного угля, изготовить и потом изучить под

микроскопом тысячи тонких срезов камня — шлифов. В одном месте геологи встречали в угле отпечатки листьев, в другом — остатки обугленной коры, в третьем — окаменевшие слепки застрявшего когда-то в вязкой смоле насекомого.

Сначала стволы, ветви и листья деревьев, падавших в воду древнего болота, превращались в торф, подобный тому, который образуется в болотах сейчас. После того как слой торфа покрыли отложения других горных по род, началось постепенное его уплотнение, уменьшалось количество заключённой в нем воды. Затем сложные химические реакции привели к превращению торфа в бурый уголь.



Отпечаток древнего папоротника.

Но на этом преобразования не прекратились. Температура в несколько сотен градусов и высокое давление в глубинах Земли превратили бурый уголь в каменный — создали тот блестящий черный камень, который добывают в Донецком бассейне.

Рыбы рассказывают

Перед нами в нашем путешествии в прошлое прошли различные великие события жизни Русской равнины. По каменной летописи мы прочли о лесах третичного времени и о

мутном, холодном юрском море, в котором отлагались залежи фосфоритов. Когда мы отправились дальше в глубь миллионов лет, то в пермском периоде столкнулись с необычной жизнью суши. Пески древних рек сохранили скелеты огромных животных прошлого, бродивших когда-то там, где сейчас стоят города и села. И еще более древнее время прошло перед нами — каменноугольный период, когда на месте Русской равнины вновь плескались теплые морские воды, а в теперешнем Донецком бассейне росли болотистые тропические леса.

В истории Земли каменноугольному периоду предшествовал девонский. В отложениях этого периода геологи нашли только очень редкие остатки животных, которые жили на суше. По болотистым низинам, каменистым склонам гор и по стволам деревьев, еще лишенных листьев, ползали большие и маленькие пауки, разнообразные мокрицы, многочисленные насекомые. Бурная жизнь кипела только в море. Окаменелые раковины десятков и сотен различных видов моллюсков находят геологи в слоях девонских морских отложений.

Панцирная рыба — птерихтис, которая жила в девонском периоде, около 300 миллионов лет назад.

Властелинами морей были в это время рыбы. Морские волны бороздили и обычные небольшие костистые рыбы, и рыбы, покрытые крепкими панцирями. Появились уже и ближайшие родственники современных акул. Некоторые из них достигали внушительных размеров в 7 метров и даже больше. А в тех местах, где морские заливы и соленые озера часто пересыхали, жили рыбы особого вида. Они могли дышать не только в воде, но и на суше, Плавательный пузырь их постепенно из поколения в поколение превращался в легкие, а сами рыбы — в обитателей суши.

На Русской равнине отложения девонского возраста с остатками моллюсков и рыб можно увидеть в обрывах рек Латвии, части Белоруссии, Смоленской области и многих других мест. Состоят они из окрашенных в зеленые, серые, красные цвета

песков и глин. Часто в глине встречаются тонкие белые прожилки минерала гипса, того самого, из которого изготовляют изящные резные каменные фигурки. Относитесь к этому минералу с уважением, так как он рассказывает нам интересные страницы геологической истории. Он говорит геологам о том, что на месте теперешних западных областей нашей страны находились когда-то пересыхавшие соленые озера и морские заливы. Вместе с гипсом встречаются здесь в слоях горных пород и залежи солей.

Эти соли, которые содержались когда-то в водах древнего моря, растворяются в наши дни подземными водами. Там, где соленые подземные воды выходят на поверхность, располагаются многочисленные курорты. Тысячи людей даже не подозревают, в какие далекие времена были заготовлены для них целебные соли. Они как бы купаются в море, существовавшем много миллионов лет назад.

На огромном пространстве, протягивающемся более чем на тысячу километров с запада на восток, выходят девонские породы. В Москве и в ее ближайших окрестностях их не видно. Может быть, там не было в это время ни моря, ни соленых лагун? Может быть, девонские отложения под Москвой смыты, разрушены неумолимой рукой времени?

В 1929 году в Москве, в районе городской бойни, там, где теперь расположен мясокомбинат, начали бурить первую на Русской равнине глубокую скважину. Специальное сверло, или бур, постепенно проникало все глубже и глубже в недра Земли и извлекало оттуда на поверхность образцы горных пород. Геологи с интересом следили за слоями, сменявшимися по мере углубления скважины. Вот буровой снаряд пересек бурые суглинки ледниковой морены, прошел сквозь черную глину юрского периода. Ниже он врезался в более древние слон каменноугольного белого известняка.

А что будет еще глубже?

Геологи изучали каждый поднятый из скважины образец камня. Вначале под известняком оказались залежи гипса. Затем вновь пошли известковые породы.

Не легко определять по отдельным образцам камня, поднятым почти с тысячеметровой глубины, время образования горных пород, узнавать, в каком периоде геологической истории отлагались те или иные слои. Только остатки древних животных и растений могут рассказать об этом. И геологи с нетерпением и надеждой искали эти остатки.

Искали и нашли! Они увидели маленькие окаменевшие обломки раковинок моллюсков. Вы, может быть, даже и не заметили бы их в образце камня. Но геологам они рассказали

многое.

Эти моллюски жили на Земле сравнительно недолго, только в девонском периоде, всего несколько миллионов лет. Поэтому те слои горных пород, где они встречаются, геологи относят к девонскому возрасту.

Но не во всех слоях, которые пересекала скважина, оказались остатки моллюсков. Скважина становилась все глубже и глубже. Буровой инструмент проходил через пески и глины. Читать в них стертые временем письмена каменной летописи было очень трудно. И здесь геологам помогли властелины девонских морей и озер — рыбы. Немые при жизни, они «заговорили» теперь, спустя триста миллионов лет после своей гибели на вязком дне моря.

Остатки рыб, обрывки окаменелых водорослей, скрепленные гипсом зернышки песчаников рассказали геологам сложную, полную разнообразных событий историю девонского периода.

Геологи узнали, что долгое время на том месте, где теперь находится Москва, а также западнее, в девонском периоде были соленые озера и лагуны. Они то пересыхали и их заносили пески, то вновь наполнялись водой и соединялись с морем.

Воды, которые просачиваются через отложения лагун девонского периода, оказались под Москвой содержащими различные соли. Те, кто жил или бывал в Москве, пил, наверно, московскую минеральную воду. За этой водой не надо ехать на далекие курорты. Ее добывают прямо в Москве с глубины около одного километра из слоев девонского возраста.

Первая скважина в Москве бурилась очень долго. Только в 1940 году удалось ее закончить. Но вслед за первой геологи пробурили еще много других скважин. Сейчас, пользуясь ими, геологи проследили распространение отложений девонского возраста, хотя эти отложения и нельзя было увидеть под более молодыми горными породами. Постепенно, сравнивая между собой отложения из различных скважин, геологи восстановили географию девонского времени.

Особенно интересными девонские слои оказались в Поволжье. Здесь в них накапливались органические вещества, давшие сейчас нефть и природный газ. И когда легким движением руки вы открываете газовую горелку и зажигаете синее горячее пламя, то знайте, что газ этот образовался в глубинах девонского моря.

Об одном из самых древних морей Земли

На излучине реки Ингульца, притока Днепра, около 150 лет назад стояли деревенька и почтовая станция Кривой Рог. Назвали ее так потому, что река Ингулец изгибалась здесь, подобно кривому рогу доброго украинского вола.

В 1781 году в южные губернии России «для наблюдений и открытий в области естественной истории» был послан адъюнкт Академии наук Василий Федорович Зуев.

О своем путешествии Зуев написал книгу «Путешественные записки Василья Зуева от Петербурга до Херсона в 1781 и 1782 году». В ней было сказано, что Кривой Рог «весь каменной… и состоит из железного шифера, который столь тверд, что к огниву дает из себя искры; он лежит слоями, от северо-запада к юго-востоку простирающимися, и скатом к полудню, собою не одинакового цвету, но инде черной, инде серой, инде полосатой, из обоих сих цветов и красного».

Это было первое, но уже вполне точное описание знаменитых Криворожских месторождений железных руд.

Сейчас эти руды, или, как их называют, железистые кварциты, переплавляют в чугун, сталь и железо; для добычи их проходят глубоко в земле десятки километров подземных выработок.

Железистый кварцит образовался из рыхлых осадков, выпадавших когда-то на дне моря. Чтобы познакомиться с этим морем, нам надо отправиться еще намного дальше в прошлое, в так называемую эру ранней жизни, или протерозойскую. После того как закончилась эта эра, прошло более полумиллиарда лет.

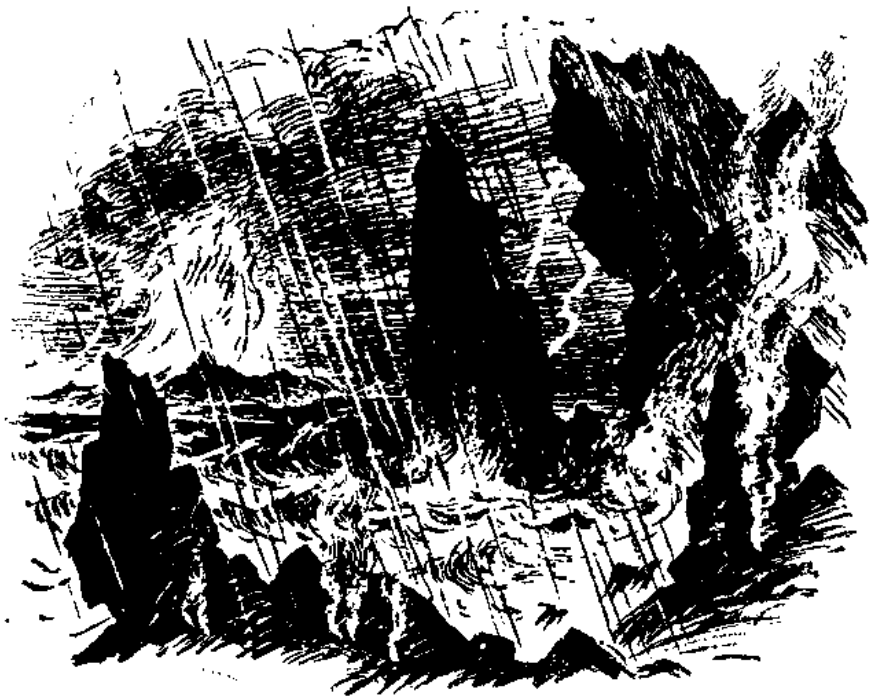
На дне моря протерозойского времени, чередуясь одни с другими, осаждались соединения двух химических элементов — железа и кремния. Потом ни в одном из многочисленных морей, существовавших на земном шаре в течение сотен миллионов лет, не образовывалось больше таких отложений.

В чем тут дело? Чем древнейшее море Земли отличалось от других морей?

Неумолчно шумят морские волны. Годы, столетия, многие тысячи и миллионы лет ударяют они в голые, лишенные растительности (она еще не появилась на земном шаре) береговые скалы. Протерозойское море почти пресное. В водах его уже развита жизнь, но существуют только организмы, устроенные очень несложно. Никаких рыб еще нет на земном шаре. В морской глубине, медленно переносимые течениями, плавают мягкие, скользкие медузы, на дне извиваются черви, ползают животные, слегка напоминающие современных раков.

Не только вода в море пресная, но и воздух над ним не такой,

как сейчас. Мы бы, наверно, сразу погибли в атмосфере протерозойской эры. В составе ее очень много углекислого газа, который гасит огонь и не поддерживает дыхания. Почему это так? Да потому, что еще не развились наземные растения — главные поставщики кислорода на земном шаре.



Кипит горячее море, с ревом вырываются из недр пары и газы, страшные ливни низвергаются на землю — такой, вероятно, была наша планета около полумиллиарда лет назад.

На дне протерозойского моря извергаются многочисленные вулканы. Море непрерывно бурлит и кипит, а над его поверхностью все время поднимаются огромные столбы горячих камней и пепла. Земной шар сотрясают землетрясения такой силы, которых человечество на своем веку не видело ни разу.

Извержения древних вулканов выносили из земных недр колоссальные количества железа и кремния. Они попадали в море, и здесь, в пресной воде, их соединения осаждались слой за слоем в виде рыхлых, студенистых осадков.

После своего образования отложения протерозойской эры пережили очень сложную и длинную историю. За сотни миллионов лет они постепенно превратились в крепкие, «дающие к огниву искру» камни.

Геологи встретили железистые кварциты почти во всех

отложениях протерозойского времени. Ученые подсчитали, что только в нескольких, самых крупных месторождениях, связанных с этими отложениями, заключено более чем 3000 миллиардов тонн железа. Если бы люди могли сразу добыть и переработать все это железо, то для его перевозки потребовался бы поезд в сорок раз длиннее, чем расстояние от Земли до Луны.

Каменная летопись

Наше путешествие в прошлое закончено. Не покидая Русской равнины, «побывали» мы среди ледяной пустыни и в тропиках, в холодных и жарких морях, в гнилых болотах и песчаных пустынях. Мы познакомились с зубастыми птицами и огромными хвощами, с уродливыми парейязаврами и страшными ящерами, с гигантскими бронтозаврами, с различными моллюсками и древними рыбами.

Чтение каменной летописи прошлого очень увлекательное, хотя и нелегкое дело. Многие страницы этой летописи стерты суровой рукой времени и не хотят открывать человеку своих тайн. Ведь документы прошлого — горные породы — не только создаются, но и разрушаются. И все же усилиями тысяч и десятков тысяч геологов, работающих в различных уголках земного шара, великая каменная книга сейчас в основном прочтена.

Колоссальный промежуток времени, исчисляемый примерно в три миллиарда лет, прошедший после образования на земном шаре первых горных пород, геологи разделили на несколько больших частей, или эр.

Геологи выяснили, что чем дальше будем мы уходить в прошлое, тем проще будет строение находящихся среди горных пород окаменелых животных и растений. Наиболее древние слои горных пород совсем не содержат окаменелостей, никаких следов жизни в самой древней геологической эре существования Земли — архейской — не сохранилось. Эта эра была наиболее продолжительной, она длилась около миллиарда лет.

За архейской в истории Земли следовала эра начала жизни — протерозойская. В отложениях протерозойской эры находки органических остатков очень редки. Жившие в это время мягкие, слизистые медузы, черви, первые на земном шаре раки и моллюски плохо сохранились: более чем 500 миллионов лет прошло с конца протерозойской эры до наших дней. В раковинах

морских животных в протерозойскую эру не было еще, по-видимому, извести — того замечательного вещества, из которого впоследствии были построены скелеты многих животных.

Протерозойскую эру сменила эра древней жизни, или палеозойская. Образование первой известковистой раковины явилось почти таким же большим событием в великом развитии жизни, как и появление на Земле человека в более позднее время.

Палеозойская эра длилась около трехсот пятидесяти миллионов лет, и геологи подразделили ее на шесть периодов: кембрийский, ордовикский, силурийский, девонский, каменноугольный и пермский. Постепенно от одного периода к другому изменялись животный и растительный мир. Вначале в море жили лишь моллюски, черви и древние мокрицы — трилобиты. Затем появились первые, еще мало похожие на современных рыбы.

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ХРОНОЛОГИЯ

ЭРА НОВОЙ ЖИЗНИ—КАЙНОЗОЙСКАЯ

ЧЕТВЕРТИЧНЫЙ ПЕРИОД

Длится 1000.000 лет

Современный растительный и животный мир.

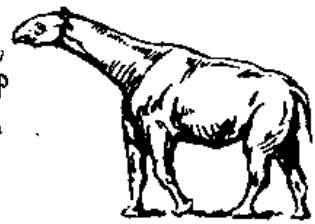
Появление человека

ТРЕТИЧНЫЙ ПЕРИОД

Длился около 55 млн лет

Расцвет млекопитающих животных

растительность и животный мир становятся похожими на современные



ЭРА СРЕДНЕЙ ЖИЗНИ—МЕЗОЗОЙСКАЯ

МЕЛОВОЙ ПЕРИОД

Длился около 35 млн лет

Развитие млекопитающих и птиц

К концу периода гигантские пресмыкающиеся вымирают

ЮРСКИЙ ПЕРИОД

Длился около 35 млн. лет

Господство гигантских пресмыкающихся — ящеров

В море живут белемниты и аммониты

Появление птиц

ТРИАСОВЫЙ ПЕРИОД

Длился около 30 млн. лет

Развиваются пресмыкающиеся

Появляются первые млекопитающие

Стегоцефалы вымирают

Г Е О Л О Г И Ч Е С К А Я

ЭРА ДРЕВНЕЙ ЖИЗНИ — ПАЛЕОЗОЙСКАЯ

ПЕРМСКИЙ ПЕРИОД

Длился около 30 млн. лет

Появляются и развиваются пресмыкающиеся

КАМЕННОУГОЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Длился около 50 млн. лет

Широко развиты заболоченные тропические леса

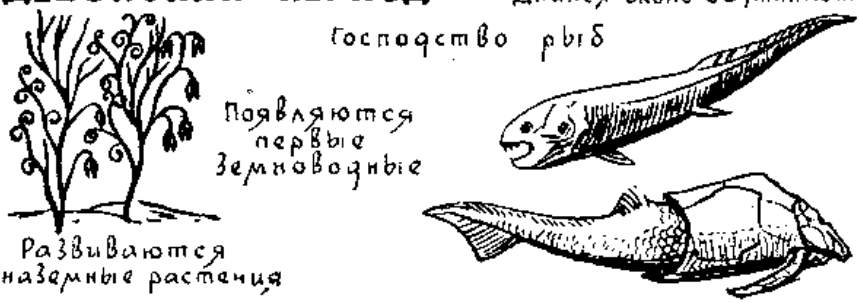
Живут земноводные — стегоцефалы

Расцвет насекомых

ДЕВОНСКИЙ ПЕРИОД

Длился около 50 млн. лет

Господство рыб



Появляются первые земноводные

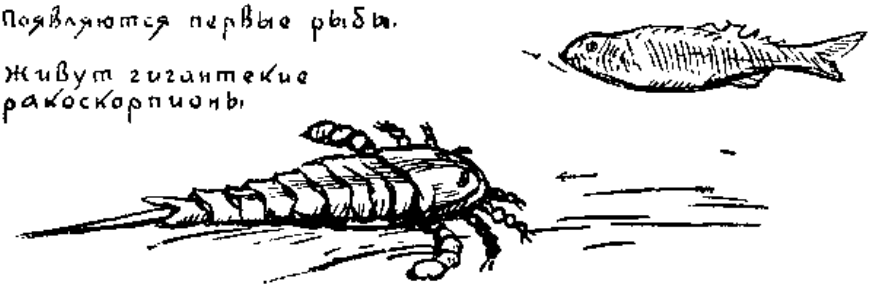
Развиваются наземные растения

СИЛУРИЙСКИЙ ПЕРИОД

Длился около 40 млн. лет

Появляются первые рыбы.

Живут гигантские ракоскорпионы



ХРОНОЛОГИЯ
ОРДОВИКСКИЙ ПЕРИОД
Длился около 75 млн.лет
Появляются первые наземные животные — скорпионы и многоножки
КЕМБРИЙСКИЙ ПЕРИОД
Длился около 80 млн.лет
В море господствуют мокрицы — трилобиты и моллюски
Появляются простейшие наземные растения
ЭРА НАЧАЛА ЖИЗНИ—ПРОТЕРОЗОЙСКАЯ
Длилась около 700 млн лет
Господство водорослей, бактерий, медуз и червей
Редкие следы жизни в слоях горных пород
ДРЕВНЕЙШАЯ ЭРА—АРХЕЙСКАЯ
Длилась более 1 миллиарда лет
Следов жизни не сохранилось

В середине палеозойской эры животные, первоначально зародившиеся в море, перешли на сушу. В конце палеозойской эры наша Земля была населена уродливыми, противными земноводными — стегоцефалами, предками современных

лягушек и тритонов. С ними мы познакомились в лесу каменноугольного периода, который рос на месте теперешнего Донецкого бассейна.

Проходили десятки и сотни миллионов лет, и органический мир становился все разнообразнее, а его представители — совершеннее.

Палеозойскую эру сменила мезозойская. В это время на земном шаре появились птицы и господствовали страшные рептилии — пресмыкающиеся. Самые большие животные жили в это время. Вспомните гигантских бронтозавров — обитателей древних болот, плавающих ящеров — плезиозавров.

Около 125 миллионов лет продолжалась мезозойская эра. Она также подразделена геологами на периоды: триасовый, юрский, меловой. В конце мезозойской эры на Земле жили первые млекопитающие животные.

Наконец примерно 60 миллионов лет назад, совсем недавно с точки зрения геологов, началась эра новой жизни, или кайнозойская. Она является лишь коротким эпизодом во всем развитии нашей планеты. И только в самом конце ее появился человек.

Геологи хорошо научились определять относительный возраст разных земных слоев с заключенными в них окаменелыми остатками животных. Очевидно, чем слои залегают глубже, тем они образовались раньше, тем они древнее.

Но как геологи узнают время образования тех или иных слоев? Откуда взялись эти колоссальные цифры — десятки и сотни миллионов и даже миллиарды лет! Может быть, они просто придуманы геологами?

Конечно, это не так.

Геологические часы

Много попыток делали ученые для выяснения возраста горных пород. Пробовали подсчитывать возраст, измеряя толщину или, как говорят геологи, мощность слоев. Очевидно, чем слой мощнее, тем дольше он образовывался. Зная скорость, с которой образуются отложения в морях в наши дни, можно было, казалось, вычислить и возраст древних отложений. Но из этих определений ничего не вышло: отложения в морях накапливаются с неодинаковой скоростью.

Применяли и другой метод. Определили, например, сколько

растворено солей в океане. Затем вычислили, сколько солей ежегодно приносят в океан реки. Геологи считают, что в начале существования Земли вся вода на ней была пресной. Они подсчитали число миллионов лет, за которое в океан были принесены содержащиеся теперь в воде соли. Но и из этих вычислений, к сожалению, ничего не вышло. Размыв суши и поступление солей в океан были очень неравномерными.

Ни один метод не удовлетворял ученых до тех пор, пока не было сделано одно из величайших открытий современности — радиоактивный распад атомов.

Атомы радиоактивных веществ оказались самыми надежными часами геологов — часами, которые измеряют не минуты, не годы и даже не столетия, а миллионы и сотни миллионов лет.

Учеными установлено, например, что атомы химического элемента урана все время распадаются и при этом образуются новые химические элементы: свинец и газ гелий. Распад атомов урана совершается очень медленно, так медленно, что требуется 4,5 миллиарда лет для того, чтобы то или иное количество урана уменьшилось вдвое. Но зато этот распад идет всегда и везде с одинаковой скоростью. Его не могут замедлить или ускорить ни нагревание урана до многих тысяч градусов, ни охлаждение, ни давление на него.

И вот геологи берут образец горной породы, содержащей уран, и точнейшими анализами, которые улавливают миллионные и даже миллиардные доли граммов вещества, определяют количество в ней урана, гелия и свинца. Чем больше в породе гелия и свинца по сравнению с ураном, тем древнее порода, тем дольше проходил в ней процесс разложения урана.

Каждое определение возраста камня — это большая, сложная и интересная научная работа. Геологи используют в качестве своих замечательных часов не только уран, но и еще многие другие химические элементы.

Великая каменная летопись все время пополняется новыми данными. То в одном, то в другом месте нашей страны удается геологам разгадывать всё новые и новые замысловатые иероглифы прошлого. Но чем больше узнают геологи, тем больше интересных вопросов встает перед ними. Их задача — не только воссоздать картины прошлого. Они должны объяснить, почему в тех местах, где сейчас суша, раньше были моря, почему на месте низин возвышаются теперь горы, почему меняется облик нашей планеты. Для того чтобы ответить на эти вопросы, геологи должны прежде всего изучить сложные и разнообразные движения земной коры.

ПОДВИЖНАЯ ЗЕМЛЯ

Есть в сердце земном… неизмеримое могущество, которое по временам заставляет себя чувствовать на поверхности, и коего следы повсюду явствуют, где дно морское на горах, на дне морском горы видим.

М. В. Ломоносов. «О слоях земных»

«Наконец, после долгих дней плавания, ступили мы на твердую землю». Такую фразу нередко можно встретить в книгах, посвященных морским путешествиям. Действительно, как часто мы называем Землю твердой, устойчивой, незыблемой, даже не задумываясь над тем, что на самом деле не только вся наша планета с огромной скоростью вращается вокруг своей оси и вокруг Солнца, но и поверхность Земли находится в непрерывном движении. Движения ее бывают быстрые и медленные, незаметные и несущие с собой ужасные катастрофы. Они происходят сейчас и происходили в течение сотен миллионов лет геологической истории.

Если бы не было движений земной коры, то на дне морей и океанов не могли бы накапливаться слои горных пород, остановились бы реки, пересохли моря, и жизнь прекратилась бы

на нашей планете.

Сначала мы познакомимся с движениями, которые происходят в наши дни и хорошо заметны людям, а потом с еще более могущественными движениями далекого прошлого, о которых рассказывает нам каменная летопись.

Катастрофа в городе Верном

Первыми почувствовали приближение страшной катастрофы животные. Уже днем 27 мая лошади стали беспокойно поводить ушами, ржать, коровы тревожно мычали, свиней нельзя было удержать во дворах. Какая-то кошка, к удивлению ее хозяев, осторожно вытащила своих котят из дома и расположилась с ними посреди улицы. Беспокойно стали летать птицы. Кружась около построек, воробьи и ласточки залетали в открытые окна.

А если бы кто-нибудь обратил внимание на кротов, сусликов и других обитателей земли, то увидел бы, наверно, как они, чуя опасность, вылезали из своих подземных нор.

Но люди не испытывали волнения. После жаркого, безоблачного дня наступил тихий вечер. Было немного душно. В багровом тумане село солнце, и затем показались первые звезды. Город уснул.

Ночь проходила спокойно. Вдруг в половине пятого утра, когда только еще начало светать, раздался подземный гул, как будто откуда-то снизу донеслись отголоски далекой грозы. Затем сильный толчок качнул землю. Движение продолжалось не более секунды, и тут же все затихло, тем не менее оно всех разбудило.

Вздрагивая от утреннего холода, жители поспешно одевались; иные, едва накинув одежду, выскакивали на улицу. А некоторые — те, которые давно жили в городе и привыкли к небольшим сотрясениям земли, спокойно продолжали лежать в кроватях, думая, что землетрясение уже кончилось.

Но прошло десять минут, и новые толчки сотрясли землю.

Страшный гул нарастал. Все сильнее раскачивалась земля. Проходила минута, вторая, третья, а земля все не успокаивалась. Сначала большими кусками стала отваливаться и падать со стен штукатурка, затем начали расходиться стены домов. Где-то обрушилась, звонко загремев железом, крыша, неестественно закачавшись, осела вниз колокольня.

В горах около города грохотали обвалы, и со скал в долины срывались гранитные глыбы весом в десятки и сотни тонн. Там,

где только что рос густой лес, где зеленели луга, помчались по склонам потоки жидкой грязи, из которой, как спички, торчали стволы деревьев. Грязевые потоки и обвалы запрудили реку. Вверху возникли озера, а ниже вода сразу иссякла, и бывшие русла стали сухими. Сотни миллионов тонн камней, земли, грязи катились с гор.

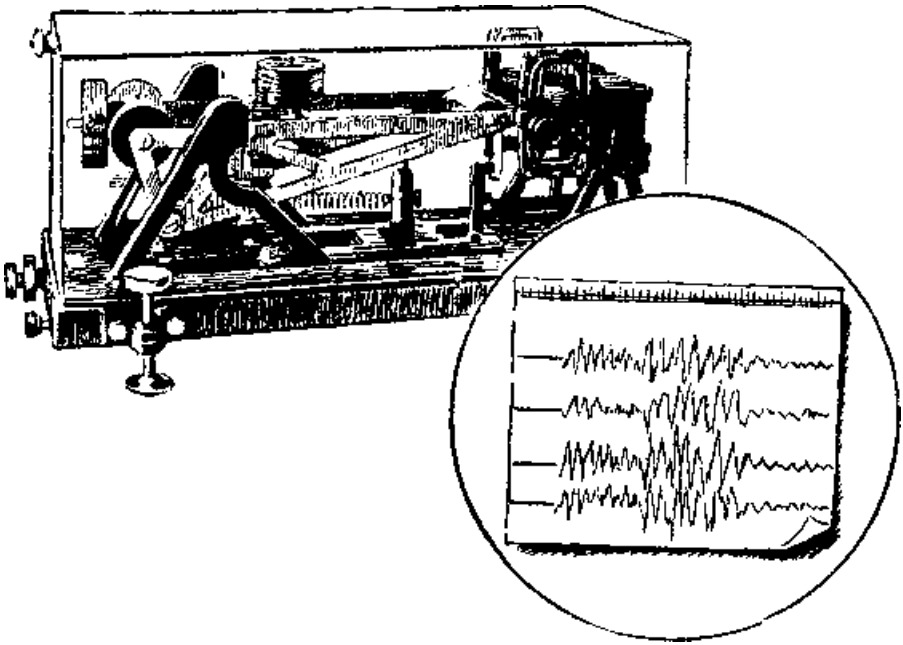
Постепенно толчки стали затихать, но все-таки земля не успокаивалась. То она как бы вздрагивала, то раздавались глухие подземные удары, то вдруг следовало такое сотрясение, что начинали трещать стены, падать кирпичи. И так продолжалось не один — два дня, не месяц, а около двух лет.

Страшная катастрофа, о которой я здесь рассказал, происходила в 1887 году в городе Верном, теперешней столице Казахской республики Алма-Ате. Подобные страшные, катастрофические землетрясения бывают редко. Но слабые землетрясения, когда в домах только слегка дребезжат стекла, покачиваются лампы или сдвигаются висящие на стенах картины, происходят на земном шаре очень часто: количество их достигает нескольких тысяч в год. Еще более часты такие движения земной поверхности, которых люди не замечают, но которые улавливают современные специальные точные приборы — сейсмографы. Установленные на особых сейсмических станциях, расположенных во многих точках земного шара, эти приборы регистрируют ежегодно более 100 тысяч землетрясений. Это значит, что примерно каждые пять минут то в одном, то в другом месте, а очень часто и сразу во многих местах, колеблется поверхность нашей Земли.

Каждое землетрясение имеет свой центр, от которого во все стороны расходятся удары. Ученые выяснили, что большинство центров располагается на глубине в несколько километров или десятков километров. Но известны также землетрясения с центрами, расположенными на глубине до 600 километров от поверхности. Чем глубже находится центр землетрясения, тем на большей площади ощущаются движения почвы.

Не всюду с одинаковой силой и одинаково часто трясется земля. Те, кто живет, например, на Русской равнине, никогда не переживали и не будут переживать ужасов сильных землетрясений. Только очень редко доходят сюда отголоски мощных толчков, происходящих в других местах. Далеко не все жители Москвы заметили, например, когда 10 ноября 1940 года слегка дрогнули стены домов, распахнулись сами кое-где на высоких этажах зданий дверцы шкафов. Многие решили, что это просто проехал поблизости тяжелый грузовик. На самом деле это был отголосок большого землетрясения, центр которого

находился в Карпатских горах. Карпаты, Крым, Кавказ подвергаются землетрясениям очень часто.



С помощью подобных и еще более сложных приборов — сейсмографов — регистрируют землетрясения. В кружке изображена лента, на которой записаны показания прибора во время небольшого землетрясения.

Но больше всего землетрясений в нашей стране происходит в Средней Азии. Многие старинные легенды и предания, созданные здесь народом, рассказывают о чудовищном драконе, который будто бы идет, ломая с треском деревья на пути и сотрясая землю.

Нередки землетрясения и на востоке Сибири, особенно в окрестностях Байкала, на Камчатке и Курильских островах. «Большой зверь мамонт, тот самый, кости и скелеты которого находят в земных недрах, ходит по своим подземным владениям», — так считали здесь когда-то.

На самом деле ни сказочный дракон, ни мамонт не имеют, конечно, никакого отношения к землетрясениям. Страшные толчки и сотрясения поверхности Земли являются лишь одним из проявлений очень разнообразных движений земной коры. Есть движения еще гораздо более могущественные, хотя и менее заметные для людей, чем землетрясения.

Пропавший город

Когда-то это был большой город. На улицах и площадях его шумел многоязычный говор — свыше семидесяти народностей сходилось сюда с окрестных гор, с широкой цветущей Приморской равнины. Стучали молотки чеканщиков, поскрипывая, вертелись гончарные круги, пылало пламя в маленьких горнах ремесленников. Прямо на улицах раскладывали свои товары многочисленные торговцы. У причалов стояли корабли с товарами, и обветренные моряки, приплывшие из-за Эвксинского Понта — Черного моря, из далекой Греции, ходили по улицам города…

Это было 25 веков назад и длилось несколько столетий. Город назывался Диоскуриадой.

Суровые войны разрушили потом город. Но шли годы, и снова на Черноморском побережье, у подножия Кавказских гор, начала бурлить жизнь. Возрождались древние греческие города, и среди них отстроилась снова Диоскуриада. Теперь она называлась городом славы — Себастополисом. Это была мощная укрепленная крепость — один из форпостов римского владычества на берегах Черного моря.

И опять проходили века, и ничто не предвещало чудесной судьбы города. Вновь войны разрушили его. Боевые слоны царя и полководца Митридата проходили по узким улицам. Это было в первом веке до нашей эры, около 2000 лет тому назад.

С тех пор исторические документы больше ничего не говорят нам о древней Диоскуриаде — Себастополисе. Город, существовавший много столетий, как бы исчез с лица земли.

Постепенно люди открывали затянутые наносами древние греческие города Причерноморья. Археологи нашли город Ольвию в районе теперешней Одессы, Херсонес там, где сейчас находится Севастополь, Пантикапей на месте современной Керчи. Но о Диоскуриаде не было ничего известно.

Где же этот город?

Высоко в небе стоит солнце над Черным морем. Море лениво плещется, и с тихим шелестом набегают на прибрежную гальку волны. Но вот налетели тучи, подул порывистый ветер, засверкали молнии. Буря! В разные цвета окрасилось море: вдали оно сине-фиолетовое с белыми гребнями пены, а у берега — бурое от поднятых со дна песка и ила.

На прибрежном песке после бури море оставило свои сокровища: наполовину разбитые о камни красивые раковины, обломки жестких панцирей крабов, спутанные пучки водорослей.

Но что это?

Среди морского песка лежит обточенная водой монета с почти стершейся надписью. Она принесла людям весть о древней Диоскуриаде.

Оказывается, уже много столетий этот город погребен морскими водами на дне бухты у теперешнего Сухуми. Со стен старой сторожевой башни собирают теперь рыбаки устриц и мидий: эта башня на три метра не доходит до поверхности воды. А там, где по улицам проходили когда-то толпы людей, плавают сейчас только безмолвные рыбы и медленно колеблются водоросли, движимые морскими течениями.

Первые исследования Диоскуриады были предприняты летом 1878 года географом-энтузиастом Чернявским. Он с помощниками нырял в поисках развалин Диоскуриады, расспрашивал местных жителей о всевозможных находках, разглядывал в тихую погоду с лодки остатки древних стен и башен.

Развалины Диоскуриады оказались расположенными не только под водой. Чернявский нашел и на суше много древних строений, частично засыпанных наносами. Особенно интересной была одна старая стена. Она располагалась далеко от моря, но тем не менее до высоты примерно в полтора метра оказалась источенной морскими моллюсками — камнеточцами. Объяснить это можно только тем, что стена одно время была погружена под воду и уже потом вновь поднялась над уровнем моря.

После исследований Чернявского больше семидесяти лет никто не занимался изучением древнего греческого города.

Только летом 1954 года в Сухумскую бухту направилась специальная экспедиция историков. С помощью водолазов им удалось обнаружить на морском дне еще несколько строений.

Далеко не все тайны Диоскуриады сейчас разгаданы. Еще многое предстоит узнать о ней историкам. Но геологам этот древний город уже сослужил большую службу. Остатки его неопровержимо доказывают, что на Черноморском побережье в течение последнего времени происходили движения земной поверхности. Причерноморье не является исключением в этом отношении. Геологи выяснили, что трудно, даже невозможно найти такое место в нашей стране и во всем мире, где земная поверхность была бы неподвижной. Они установили, что медленно, со скоростью не большей чем 15–20 сантиметров в столетие, опускаются окрестности Ленинграда, что непрерывно поднимаются северная часть Кольского полуострова и остров Новая Земля, что из века в век все выше становятся многие горные вершины и все сильнее опускаются впадины. За столетия

и тысячи лет движения земной коры приводят к погружению под воду городов, затоплению речных долин или подъему на большую высоту морских пляжей.

Но, изучая только движения, происходившие на памяти людей, невозможно познать законы движений земной поверхности. Слишком кратковременна вся история человечества по сравнению с историей Земли. Чтобы понять, как на месте морей поднимаются горы и почему моря то в одном, то в другом месте наступают на сушу, нам необходимо вновь обратиться к страницам великой каменной летописи, к геологическим документам.

Рождение гор

Горы Кавказа! Черные зазубренные скалы, мрачные ущелья, в которых ревут горные потоки, яркие цветы альпийских лугов, увенчанные снегом величественные неподвижные вершины… Кажется, что вечно стояли и вечно будут стоять горы, храня свое великое безмолвие, пропуская мимо себя белые громады облаков.

Но неподвижность и вечность гор только кажущиеся.

Вот, подточенный крошечным ручейком, обвалился небольшой камешек. Подпрыгивая, переворачиваясь с боку на бок, катится он по склону, зацепляет другие камни, сталкивает их с места. И уже грохочет грозный обвал, ломая скалы и выворачивая деревья, мчится вниз гигантская лавина.

Прыгая с камня на камень, катится покрытая пеной горная речка. Она несет камни, перекатывает их по дну, шлифует, превращает в песок и уносит за пределы гор.

То, что горы не вечны, что они непрерывно разрушаются, легко увидеть каждому.

Но горы не только разрушаются, они и растут. Увидеть то, как растут, как рождаются горы, невозможно. Слишком давно образовались самые молодые хребты, слишком медленно происходит их рост. Только геологические документы рассказывают об этом.

Как же могут земные слои поведать о грандиозных движениях прошлого?

До сих пор страницами огромной каменной летописи были для нас только отдельные образцы камня. Известняк с остатками раковин говорил о существовании теплого прозрачного моря, каменный уголь — о болотистом тропическом лесе, соль — об

окруженных пустынями пересыхающих лагунах.

Что же расскажет нам о движениях земной коры? Что поможет понять закономерности, управляющие этими движениями? Прежде всего — это толщина, или мощность земных слоев.

Попробуем опуститься мысленно в глубины моря и понаблюдать за морским дном. Вот на дно осели маленькая раковинка погибшего моллюска, песчинка, кусочек слизи, окрашенный в ржаво-бурый цвет. Из всех этих частиц медленно, за миллионы и десятки миллионов лет, накапливаются земные слои.

Очевидно, если дно неподвижно, то слои когда-нибудь заполнят море полностью, и оно пересохнет. Слои большой мощности образоваться при этом не смогут. Но, если дно моря прогибается одновременно с накоплением осадков, картина будет иной. Для материала, накапливающегося на дне, будет все время освобождаться место. Мощность образующихся при этом слоев окажется тем больше, чем сильнее прогибание.

И вот геологи измеряют мощность земных слоев, и эти слои сами как бы рассказывают им о медленных, незаметных для глаза движениях. Слои являются простым и ясным отражением этих движений, свидетелем того, что земная поверхность всегда в тех или иных участках опускалась или поднималась.

Обвал в горах.

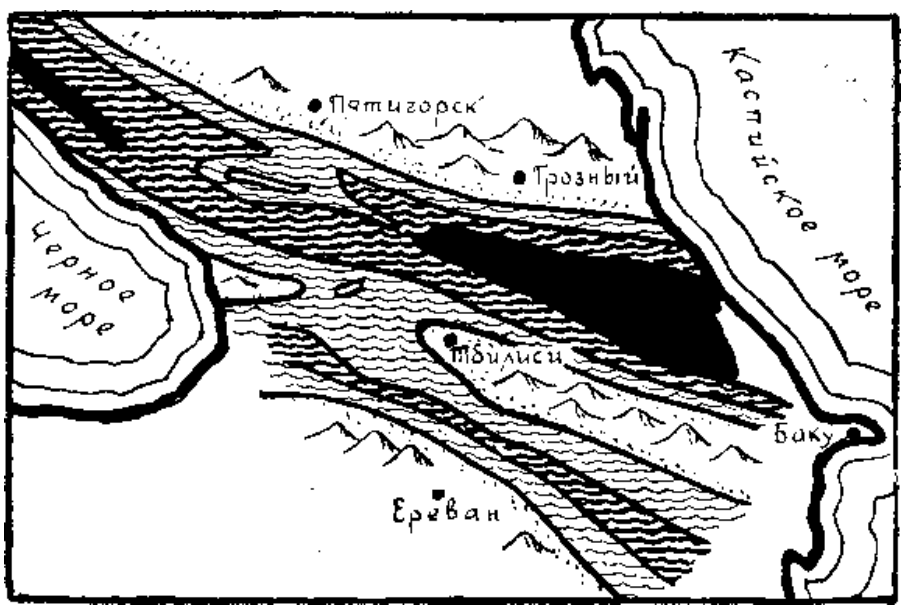
Посмотрим, что показали исследования мощностей слоев на Кавказе. Для того, чтобы лучше представить себе «жизнь» Кавказских гор, геологи составили для каждого отрезка их геологической истории особые карты, на которых обозначили различными цветами участки с одинаковой мощностью слоев.

На верхнем рисунке — одна из таких карт, составленная для начала юрского периода мезозойской эры, отделенного от современной эпохи примерно 70 миллионами лет. Это было то время, когда жили древние каракатицы-белемниты и гигантские бронтозавры.

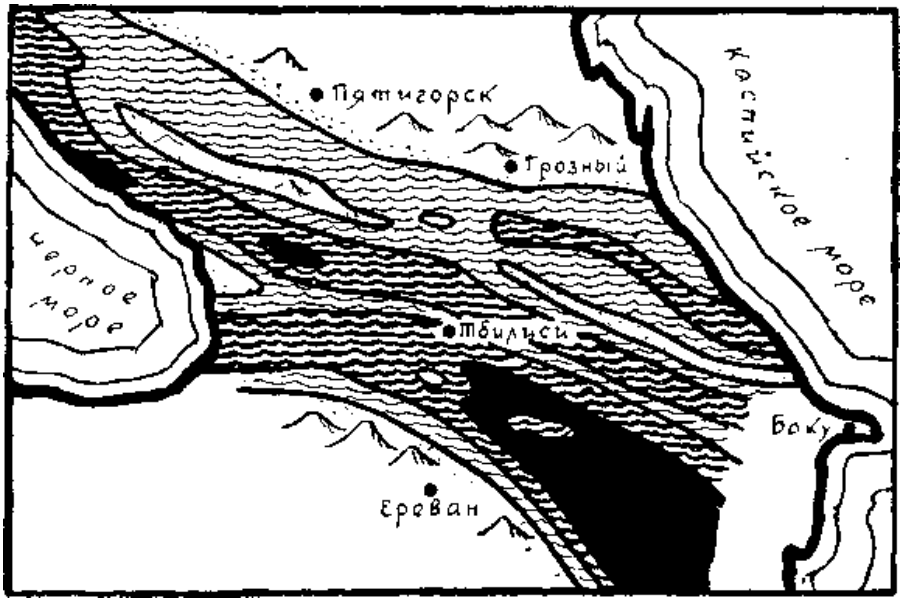
Большую часть современного Кавказа в это время занимало море. При этом наибольшие толщи отложений накапливались в море как раз на тех участках, где потом стали возвышаться самые высокие горы. На карте эти участки изображены черным цветом, а те площади, где мощности отложений меньше, то есть где прогибание было не таким большим, обозначены более светлыми тонами. Карта показывает, что там, где в наши дни расположены низменности, находились в начале юрского периода высокие горы, с которых в море сносились обломки разрушавшихся горных пород. Больше чем на 10 километров прогнулась земная кора на месте теперешнего Главного Кавказского хребта в юрском периоде. На это указывает более чем десятикилометровая мощность юрских отложений.

Такое размещение прогибаний и поднятий, как показано на первой карте, существовало несколько десятков миллионов лет.

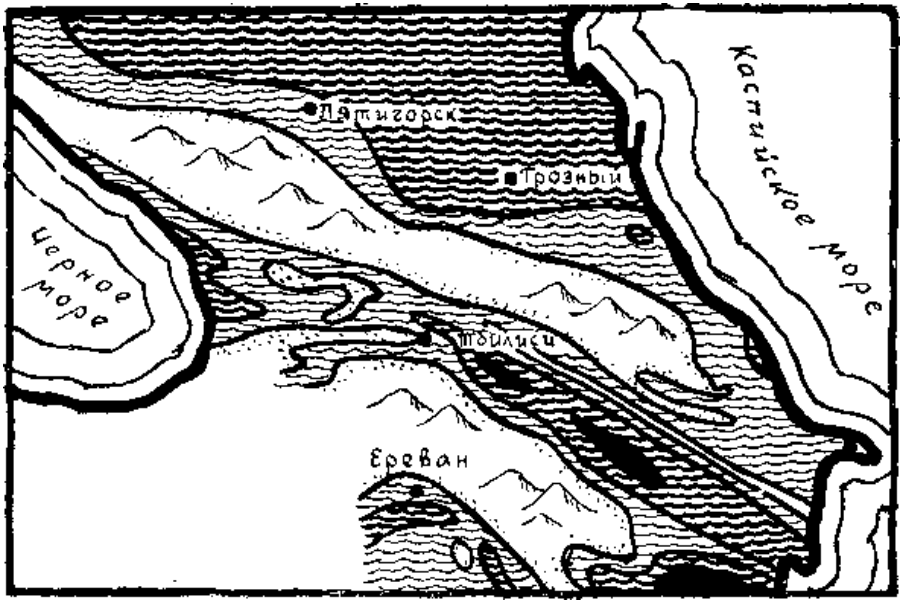
Взгляните теперь на следующую карту. Она показывает, что в конце юрского периода в центральной части древнего Кавказского моря, которая вначале наиболее глубоко прогибалась, возникли горы. Узкий, вытянутый горный хребет, разделенный еще на отдельные острова, постепенно вставал из моря. На месте этого хребта слои горных пород не отлагались, поэтому геологи и узнали о существовании хребта.



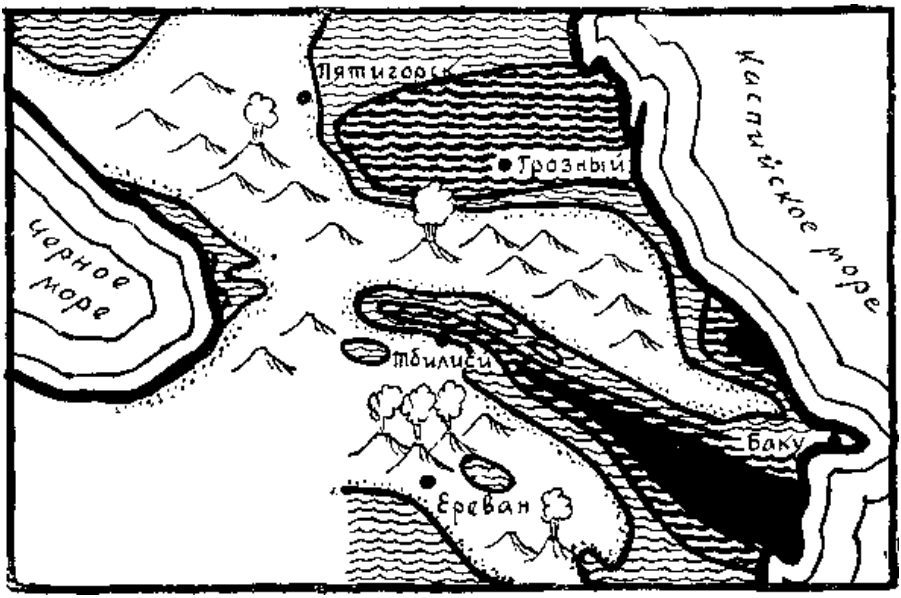
Участки прогибаний и поднятий земной коры на Кавказе в начале юрского периода. Участки наибольшего прогибания показаны черным цветом. На Северном Кавказе и около современных городов Тбилиси и Еревана были горы.



В конце юрского периода там, где в наши дни проходит Главный Кавказский хребет, располагались отдельные острова, окруженные глубокими прогибами земной коры.



Главный Кавказский хребет вырастает на месте моря. Так размещались горы и прогибы морского дна в начале третичного периода.



В конце третичного периода рельеф Кавказа принимает современный вид. На Кавказе извергаются многочисленные вулканы.

Одновременно с поднятием хребта земная кора вокруг него прогибалась. На месте этих прогибов расположены отложения наибольшей мощности, закрашенные на карте черным цветом. Сравните внимательно обе карты, и вы увидите, что там, где в начале юрского периода были прогибы и раскинулось море, в конце юрского периода выросли горы, а на месте гор образовались морские впадины. Как бы гигантские волны разошлись по земной коре.

Шли миллионы лет, и острова, из которых рождался Кавказский хребет, все больше поднимались над земной поверхностью. Со временем эти острова слились в сплошной участок суши (смотрите третью карту).

В третичном периоде геологической истории наступило время наиболее быстрого роста Кавказских гор. Слои горных пород, когда-то лежавшие ровно, горизонтально на дне моря, изгибались при поднятии гор, сминались в причудливые складки, разрывались. Сейчас смятые слои можно увидеть в отвесных обрывах многочисленных кавказских ущелий. Как будто сказочный великан изогнул каменные пласты, скрутил их подобно мягкой тряпке. Смотришь на эти складки и невольно удивляешься тому, какими гигантскими были подземные силы!

Во время наиболее быстрого роста гор погрузился под морские волны современный Северный Кавказ. Те места, где

теперь раскинулись поля кубанской пшеницы, где зеленеют богатейшие фруктовые сады Краснодарского края, стали морем. Здесь возник глубокий прогиб, куда с поднимавшихся гор сносились обломки горных пород. Берег Северо-Кавказского моря был далеко на севере, и море заходило на значительную часть теперешней Русской равнины. Здесь, около современного города Никополя, отлагались залежи богатых марганцевых руд, на берегу этого моря росли финиковые пальмы, по которым сновали обезьяны. Вспомните рассказ о нем в главе, посвященной путешествию в прошлое.

И, наконец, перед нами на четвертой карте еще одна страница геологической летописи Кавказа. Так выглядел Кавказ примерно миллион лет назад, в конце третичного периода. Большую часть его занимала суша, на которой извергались многочисленные вулканы. Неглубокое море соединяло современные Черное и Каспийское моря только через Северный Кавказ. Закавказский пролив разделился на два залива, расположенных со стороны Черного и Каспийского морей. Эти заливы были в тех местах, где и сейчас находятся самые пониженные участки Кавказа: Рионская и Куринская низменности. Кавказские горы в это время уже почти приняли свой современный вид.

Так постепенно, в течение многих миллионов лет, медленно вырастал на месте морских пучин Кавказский хребет.

Все ли горные цепи образуются так же, как Кавказ?

Всегда ли рождению гор предшествует прогибание местности, накопление в морях многокилометровых толщ отложений?

Геологи выяснили, что горы Кавказа не являются исключением. Подвижные участки земной коры, которые вначале прогибаются, а потом испытывают поднятие, геологи назвали геосинклиналями. Они выяснили, что развитие геосинклиналей и превращение их в горные цепи хотя и происходит всегда в одной и той же общей последовательности, но бывает очень сложным и, главное, что не все геосинклинали развивались одновременно. Каждая горная цепь имеет свой возраст. Одни горы встали из моря сотни миллионов лет назад, другие гораздо моложе — им всего десятки миллионов лет «от роду», а третьи только еще поднимаются в наши дни, «рождаются» на месте глубоких морских впадин.

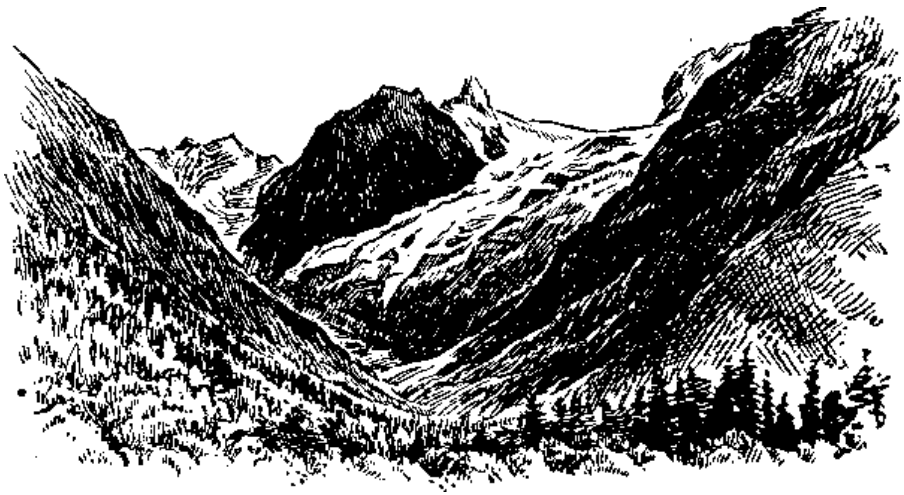
О чем говорит карта?

Пробовали ли вы когда-нибудь, глядя на обычную географическую карту, представлять себе то, что изображено на ней? Вы смотрите на узкие извилистые полоски рек и представляете себе гудки пароходов у причалов, длинные

караваны барж, бетонные пояса плотин… Вы глядите на невзрачные черные точечки, о которых в условных обозначениях сухо сказано: «пески», и перед вашим мысленным взором встают медленно шагающие важные верблюды, заросли безлистного саксаула или новые машины-вездеходы, покоряющие пустыни…

Люди разных специальностей видят в карте разное.

Ботаник глядит на северные страны и видит прежде всего мхи, лишайники, изогнутые карликовые березки тундры; он переводит свой взгляд на юг и представляет себе густые кроны пальм, огромные листья бананов, заросли бамбука.



Кавказские горы — одни из самых молодых в нашей стране. Время еще не успело сгладить их скалистые вершины.

Зоолог, глядя на карту, вспомнит обязательно животных, населяющих различные страны. Перед его мысленным взором на карте возникнут границы распространения зверей и птиц; Австралия для него не просто страна, а родина удивительных сумчатых животных, а Южная Америка — интересных, смешных муравьедов.

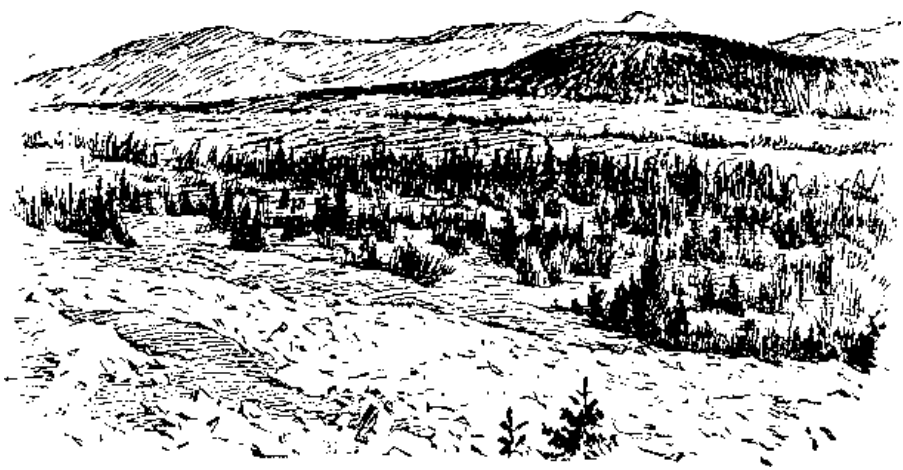
Геолог за знакомыми очертаниями обычной географической карты представляет себе прошлое и будущее гор, контуры древних морей, непрерывные, хотя и невидимые для человека движения земной коры.

Давайте взглянем на карту нашей страны глазами геолога. Вот на востоке узкой лопаткой вдается в море Камчатка, южнее тянется цепочка Курильских островов. Островные цепи — это зародыши будущих гор, только еще начинающих свое развитие. Когда-нибудь, через много миллионов лет, здесь будут проходить высокие горные хребты, и неподвижные на вид вершины

вознесутся намного выше облаков. Этот участок нашей планеты живет сейчас бурной жизнью. Недаром сотрясаются здесь то и дело земля и море, извергаются вулканы.

Цепью островов, подобных Курильским, были несколько десятков миллионов лет назад и те горные кряжи, которые опоясывают нашу страну с юга: Кавказ, Копет-Даг, Памир. Это самые молодые горы Советского Союза. Они еще не закончили полностью своего развития. Поднятие их все время продолжается.

Есть у нас и более древние горы. С севера на юг, от Полярного моря до Прикаспийских степей, протянулся Урал, густой коричневой краской обозначены на карте хребты Алтая. На месте этих гор земля прогибалась последний раз почти двести миллионов лет назад. В то время, когда на месте теперешнего Кавказа еще бушевало море, здесь уже возносились к небу острые скалистые пики. Высокие горы были тогда не только там, где сейчас расположены Урал, Алтай или Тянь-Шань. Они возвышались и на месте Казахстанского мелкосопочника, и на том месте, где теперь раскинулись болота Западно-Сибирской низменности. Но здесь горы уже разрушились полностью. Неумолимое время медленно, но неуклонно стирало их и превратило в равнину.



Уральские горы тоже были когда-то высокими и изрезанными, подобно современному Кавказу.

Я смотрю на карту, и воображение уводит меня во все более и более давние времена. Триста миллионов лет назад только цепи островов указывали на место Урала. Но и в это время на Земле были высокие горы, еще более древние, чем уральские и алтайские. Эти горы располагались на месте теперешней Сибири, в Саянах и в Кузнецком Алатау.

И так, медленно продвигаясь в глубь миллионов лет, приходим мы к тем участкам земной коры, где раньше всего образовались горные массивы, которые первыми потеряли свою подвижность.

Горы, существовавшие на этих участках, были размыты и превращены в плоские равнины более полумиллиарда лет назад. За этот огромный промежуток времени море не раз затопляло равнины, но больше здесь земная кора уже глубоко не прогибалась и никогда не вздымались горы. Слои горных пород в этих местах сравнительно тонкие, лежат ровно, горизонтально, так, как они отлагались когда-то на морском дне. Эти слои располагаются на размытых горах, на смятых в складки более древних горных породах. Такие участки земной поверхности геологи называют древними платформами.

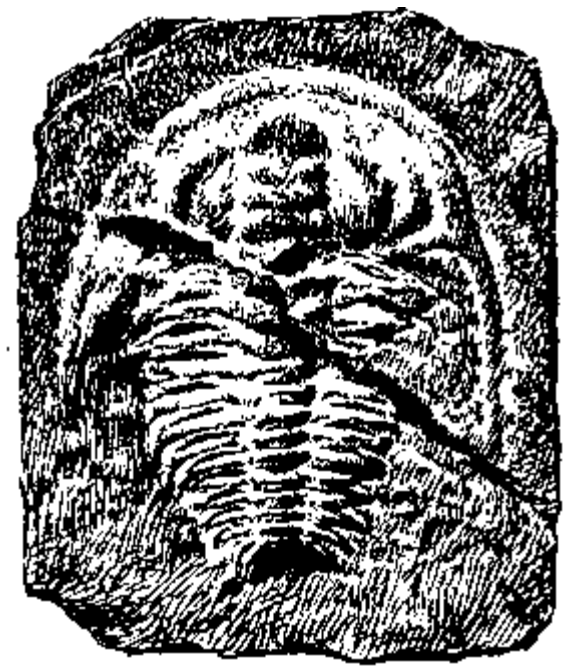
На обычной географической карте хорошо видна огромная Русская платформа. Границы ее почти точно совпадают с Русской равниной. С запада она ограничена Уральским хребтом, с юга Кавказом и Донецким кряжем. Здесь уже более чем 500 миллионов лет не было поднятия высоких гор, не существовало глубоких морей — движения земной поверхности были только очень медленными и спокойными.

Другая древняя платформа — Сибирская — находится между теперешними реками Енисеем и Леной. Также, как и вокруг Русской платформы, здесь постепенно в ходе геологической истории рождались горные хребты, окружая этот устойчивый участок земной коры. Площадь платформы увеличивалась. Но если геологам вполне ясно то, в какой последовательности поднимались горы вокруг Русской платформы, то в отношении Сибирской это еще далеко не ясно.

Тяжелый поход

Почти полвека не могли решить геологи вопроса о том, когда последний раз прогибалась земная кора на месте покрытых тайгой гор Прибайкалья, Забайкалья, Восточных Саян. Одни говорили, что именно здесь находится самый древний, устойчивый участок Сибири, вокруг которого, огибая его, рождались потом горные кряжи. Другие геологи утверждали, что и позже, в кембрийском периоде истории Земли, в то время, когда вокруг уже разрушались горы, на месте Восточно-Сибирской тайги еще бушевало море.

Для решения этого сложного вопроса здесь необходимо было найти морские отложения кембрийского периода. Таких находок очень долго не удавалось сделать. Только в 1933 году в береговых скалах небольшой речки Олдынды геологи впервые нашли остатки древних мокриц — трилобитов, живших в кембрийское время. Потом была сделана еще одна такая находка за сотни километров от первой, среди высоких каменистых гор Северо-Муйского хребта. А между местами обеих находок раскинулась почти не исследованная тайга, болота, тысячи неизученных ключей, прорезающих крутые склоны гор.



По отпечаткам трилобитов узнали геологи о существовании в кембрийском периоде моря на месте современного Забайкалья.

В этой тайге мне пришлось однажды работать. Уже под осень направились мы к одному из далеких ключей, где надеялись встретить отложения кембрийского возраста.

Это был трудный поход. Трудный, но очень интересный.

На второй день похода начался дождь. Мокрые, густо переплетенные ветки карликовой березки хлестали по ногам. Брюки на коленях промокли, и тоненькие холодные струйки противно скатывались в сапоги. Ватники потемнели, стали тяжелыми и скользкими. Сейчас сидеть бы под туго натянутой палаткой или, еще лучше, в теплом зимовье! Но надо идти вперед.

Дождь лил уже около суток. Мы подошли к большому ключу Ныроки. Там, где в сухое время, весело прыгая по камням, бежал небольшой прозрачный ручеек, теперь мчался бурный мутный поток.

Мы вышли на берег. Мутная вода пенилась, бурлила и мчалась с бешеной скоростью. Отличить русло от затопленного берега было невозможно. Вода несла небольшие вывернутые деревья, сучья, кусты. Они то скрывались под коричневой мутной поверхностью, то начинали, попав в водоворот, крутиться на месте, то неожиданно устремлялись вперед.

Прежде всего пришлось подвязать к самому подбородку полевую сумку, переложить в нее из карманов часы, спички. Взявшись за руки, мы вступили в воду. Ледяная вода широким потоком заливается в сапоги, поднимается выше колен. Она так холодна, что сразу сковывает ноги, и трудно даже понять, в холодную воду или в кипяток они опущены.

Камни на дне реки шевелятся, как живые. Кажется, что все они не лежат на дне, а плывут вниз по течению. Стоит только оторвать ногу с движущихся неустойчивых камней, как вода поднимает ее, тянет за собой. Только рука товарища служит тогда поддержкой.

Еще несколько шагов — и вода доходит до пояса. Здесь самое глубокое место. Как ни холодно в этой бурной мрачной реке, но спешить нельзя. Приходится пережидать, пока шагает товарищ, поддерживать его, потом, когда тот упрется в дно, самому, прощупывая ногами невидимые под мутной водой камни, делать небольшой поспешный шаг.

Но вот мы на берегу. Выжав промокшую одежду, вновь идем мы по тайге, по проваливающемуся под ногами мху.

В трудном походе.

Что же дал наш поход? Каковы были его результаты?

Может быть, после него сразу стало ясным, где располагалось море далекого кембрийского периода; может быть, раскрылись все загадки движений земной коры в Восточной Сибири? Конечно, нет! Только в книгах, написанных теми, кто сам никогда не бывал в экспедициях, геологи решают все сложные вопросы и открывают все подземные сокровища после одного полного приключений похода.

А в жизни, в действительности всякое геологическое наблюдение прибавляет лишь крупицу к общему познанию истории Земли. И только из десятков, сотен и даже тысяч таких крупиц складывается стройное здание геологической науки.

Какую же крупицу к общим знаниям прибавил наш поход?

Мы нашли в обрывистых берегах шумного ключа с красивым названием Агенда зеленые горные породы, состоящие из многочисленных скрепленных друг с другом обломков. Такие породы называются конгломератами. Они образовались из окатанных морскими волнами галек и валунов, которые накапливались в прогибах земной коры, окруженных горами.

На слоях горных пород не бывает надписей, указывающих время их «рождения». Много труда пришлось нам затратить, чтобы доказать, что конгломераты образовались в кембрийский

период. Для этого мы тщательно сравнивали наши находки с теми, которые были сделаны в местах, где встречались ископаемые остатки животных, выясняли последовательность образования слоев, прослеживали изменения каждого слоя от одного места к другому.

Где проходили берега древнего, кембрийского моря? Как потом при движениях земной коры были изогнуты отлагавшиеся в море слои? Эти и еще десятки вопросов и сейчас далеко не выяснены окончательно.

И вновь по заросшим долинам ключей, по каменным осыпям гор пробираются геологи. Их мочит дождь, палит солнце, тучами атакуют мошка и комары. Все новые и новые крупицы знаний собирают геологи, все яснее становится для них последовательность образования гор Восточной Сибири, последовательность превращения подвижных участков земной коры в горные хребты.

Жизнь гор очень разнообразна. До сих пор мы говорили только о тех горных цепях, которые поднимались на месте прогибов земной коры. Есть горы и другого, более сложного происхождения.

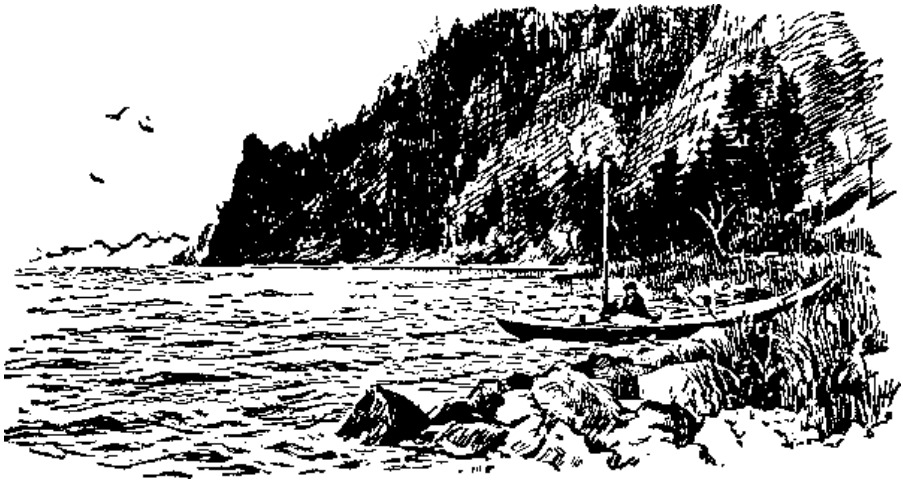
«Славное море — священный Байкал»

«Славное море — священный Байкал»! Сколько тебе посвящено легенд, сказаний, песен, сколько таишь ты в себе замечательных научных загадок, как изумительна, неповторима твоя красота!

Помню Байкал, каким он предстал передо мной в одну из первых поездок в Сибирь. В предрассветных сумерках воды озера казались серыми и тяжелыми, как ртуть. Ничто не нарушало тишины. На горизонте узкой полоской темнел силуэт горного хребта.

Из-за хребта показалось солнце. Оно позолотило снежные вершины гор, бросило золотистый отблеск на водную поверхность, и оранжево-красный большой шар поднялся в небо.

В разные цвета окрасилась вода. Все оттенки синего, зеленого, фиолетового разошлись по ее поверхности. И сразу же по водной глади пробежал свежий ветерок, появились белые пенистые гребешки…



У берегов Байкала.

Горные цепи в окрестностях Байкала возникли, а затем были разрушены, сглажены уже более четырехсот миллионов лет назад, в кембрийском периоде. А сейчас на берегах Байкала вновь возвышаются горы, и отвесные красивые скалы обрываются прямо в холодные воды. Более чем на 2 километра поднимается над уровнем моря Баргузинский хребет. А если считать не от водной поверхности, а от дна озера, то высота его составит даже около четырех километров.

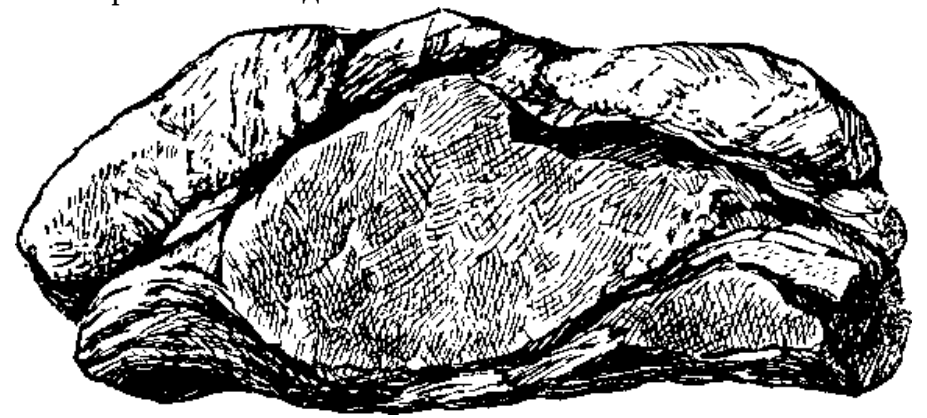
Может быть, за огромный промежуток времени, прошедший с кембрийского периода до наших дней, в районе Байкала вновь был прогиб земной коры, заполненный морем, который потом сменился поднятием? Геологи отвечают на этот вопрос отрицательно. Морских отложений, по возрасту более молодых, чем кембрийские, в окрестностях Байкала нет. Так в чем же дело? Как возникли здесь горы?

Объяснение этому можно найти в геологических документах — горных породах. Посмотрите на камень, который художник зарисовал с натуры. Это — конгломерат, такой же камень, как те, что мы нашли на берегах ключа Агенда. Вы уже знаете, что это сцементированная галька, образовавшаяся в древнем море. Но сейчас нас будет интересовать не происхождение конгломерата, а те его особенности, которые он приобрел за сотни миллионов лет существования в земных недрах. Присмотритесь к рисунку. Гальки, из которых состоит конгломерат, были когда-то ровными, окатанными водой, имели округлую форму.

А теперь?

Одни из них расплющены, другие раздроблены, третьи, кроме того, еще и растащены на отдельные остроугольные обломки. Какими колоссальными должны были быть те силы, которым не

могли противостоять даже камни!



Этот камень — конгломерат был раздавлен при перемещениях больших участков земной коры по трещинам-разломам.

Геологи установили, что подобные и еще более сильно раздробленные камни распространены вдоль трещин земной коры — разломов. В окрестностях Байкала разломов очень много. По ним одни участки земной коры поднялись — и возникли горы, другие опустились — и образовались гигантские впадины. Не удивительно, что горные породы, располагавшиеся вблизи от трещин, дробились и сминались при этих движениях.

Геологи смогли узнать не только то, как размещены разломы в окрестностях Байкала, но и то, когда происходили по ним движения. Опущенные участки земной коры заполнялись водой, и образовывались озера, на дне которых накапливались отложения. Выясняя геологический возраст озерных отложений, геологи восстанавливают время опусканий участков земной коры, время ее движений.

Геологи выяснили, что наибольшие движения земной коры в окрестностях современного Байкала происходили в эру средней жизни, в ее юрский период. В это время Байкал был далеко не единственным озером. Геологи находят в современном Забайкалье многочисленные озерные отложения юрского периода. Сейчас большинство существовавших в то время озер уже пересохло: они заполнились камнями, песком, затянулись илом.

Движения земной коры в окрестностях Байкала продолжаются до сих пор. Совсем недавно, всего около ста лет назад, площадь озера увеличилась на 200 квадратных километров. Те места, где до этого жили люди, паслись стада, росли высокие деревья, провалились, опустились под воды Байкала. В устье реки Селенги возник новый залив глубиной

более 7 метров. Его так и называют сейчас Провалом.

Движения земной коры по разломам происходили и происходят не только в Забайкалье. Алтай, Тянь-Шань и многие другие горные системы образовались на месте выровненных древних гор при движениях земной коры по трещинам-разломам.

А теперь посмотрим, какие движения земной коры происходили на участке с другой геологической «судьбой» — на Русской платформе, где, как вы уже знаете, горы были сглажены около полумиллиарда лет назад.

Снова на Русской равнине

С суровых Прибайкальских гор перенеслись мы опять на просторы Русской равнины. Здесь не поднимаются к небу горные вершины, не бушуют зажатые между гор озера. О каких же движениях земной коры пойдет речь?

Но вы сами, если не забыли еще нашего путешествия в прошлое, можете доказать, что в пределах Русской равнины земная кора тоже двигалась: ведь как же иначе проникали бы морские воды под Сталинград, на место Москвы, в Приуралье? В этом рассказе нам остается только выяснить, были ли движения, приводившие к перемещению морей на современной Русской равнине, случайными или они подчинялись каким-нибудь геологическим законам.

Что надо сделать для того, чтобы узнать это?

Давайте применим испытанный нами уже метод наблюдений над распределением слоев различного геологического возраста.

Попробуем мысленно в трех различных местах разрезать недра Русской равнины. Один разрез сделаем где-нибудь недалеко от Ленинграда, другой — в Приуралье и третий — на Северном Кавказе.

Какие слои встретятся нам под Ленинградом?

Прямо сверху на земную поверхность выходят здесь отложения силурийского периода, имеющие возраст около 400 миллионов лет. Под силурийскими залегают еще более древние породы, а отложений, образовавшихся в морях более позднего времени, вы здесь не встретите. Геологи доказали, что таких морей здесь никогда не было. Что это значит? Это значит, что данный участок Русской платформы не испытывал прогибания, не затоплялся морем с очень давнего времени.

Совсем другой разрез земной коры встретим мы в Приуралье.

Под зеленой травой и тонким слоем почвы выходят в Приуралье отложения пермского периода, гораздо более молодые, чем под Ленинградом. Это те слои, среди которых Амалицкий находил кости парейязавров, в которых заключены залежи солей. Если мы попытаемся проникнуть под эти отложения, то увидим там слои и более древние, но пород моложе, чем отложившиеся в пермском периоде, нам встретить в Приуралье не удастся. Случайно ли это?

Геологи выяснили, что не случайно. В пермском периоде наиболее высоко поднимались Уральские горы, и одновременно в последний раз прогибалась прилежащая к этим горам часть Русской платформы.

Отправимся теперь на третий участок платформы — на Северный Кавказ. На поверхности Земли мы встретим там отложения геологически совсем недавнего времени — третичного периода. Очевидно, на юге Русской платформы именно в этот период происходили опускания. Это было то время, когда росли Кавказские горы. Если в пермском периоде платформа прогибалась около растущего Уральского хребта, то в третичное время она прогибалась около более молодого Кавказа.

Геологи могут сейчас восстановить, прослеживая историк? миллионов лет, как прогибалось основание Русской платформы вначале в Прибалтике, параллельно вздымавшимся древним горам современного Скандинавского полуострова, затем на востоке — вблизи от Уральского хребта, наконец, на юге — параллельно поднимающемуся Кавказу.

Общие черты истории движений на Русской платформе кажутся очень простыми. Но для того, чтобы окинуть единым взглядом ее огромные просторы, чтобы проникнуть в тайны многих сотен миллионов лет, потребовался труд огромной армии геологов.

Первым, кто проложил пути этой армии, показал, как, наблюдая за слоями горных пород, надо разгадывать тайны движений земной коры, был Александр Петрович Карпинский, которого называют отцом русской геологии.

Этот замечательный человек и ученый не открывал новых островов и стран, не покорял ледяных пустынь далекого Севера, не взбирался на неприступные вершины. Но долгая жизнь его была настоящим научным подвигом.

Над раскрытием законов движений земной коры, разгадкой тайн происхождения полезных ископаемых, восстановлением облика животных прошлого Карпинский начал трудиться еще в годы отмены крепостного права. Ко времени Великой Октябрьской революции Карпинскому минуло 70 лет. Он давно уже носил звание академика. Кажется, можно было ему

отдохнуть, уйти на покой. Но не таким человеком был Александр Петрович. Без колебания возглавил он советских ученых, стал первым президентом молодой советской Академии наук.

За годы, которые Карпинский посвятил изучению недр своей родины, она неузнаваемо изменилась. На местах, где он когда-то проезжал в тарантасе, пролегли линии железных дорог; там, где он останавливался на ночлег в маленьких крестьянских избушках, выросли заводы, шахты, большие города. На широких просторах Русской равнины при жизни Карпинского были открыты новые залежи солей в Приуралье, огромные месторождения нефти и газа в Поволжье, залежи марганца на Украине, пласты фосфоритов под Москвой и еще десятки других месторождений. И во всех этих открытиях есть доля труда Карпинского, который научил геологов правильно читать великую каменную летопись, помог понять замечательную связь сложной истории движений земной коры с образованием подземных богатств.

Богатства, рожденные движениями

«Как движения земной коры могут рождать подземные богатства? Причем тут движения, когда мы говорим об осаждении в море соединений марганца, об образовании в пересыхающей лагуне соли или в древнем болоте — каменного угля?» — так, может быть, подумают многие из читателей.

Но подождите делать выводы! Как раз о каменном угле и будет идти здесь речь.

Помните рассказ о том, как деревья древнего тропического леса превратились в черный блестящий камень? Но задумывались ли вы над тем, какой слой угля может получиться из самого густого и высокого леса? Геологи подсчитали, что такой слой был бы не больше нескольких сантиметров. А в Донецком бассейне мощность угольных пластов измеряется метрами, да и количество их больше двухсот. Если бы не было движений земной коры, то эти слои не смогли бы образоваться и никакого угольного месторождения не получилось бы.

Чтобы лучше понять это, посмотрите рисунок на следующей странице. С первого взгляда он кажется неинтересным. Но на самом деле это увлекательная повесть о разнообразных событиях, происходивших в течение нескольких десятков миллионов лет.

На рисунке изображена небольшая часть разреза недр Донецкого бассейна толщиной в 500 метров.

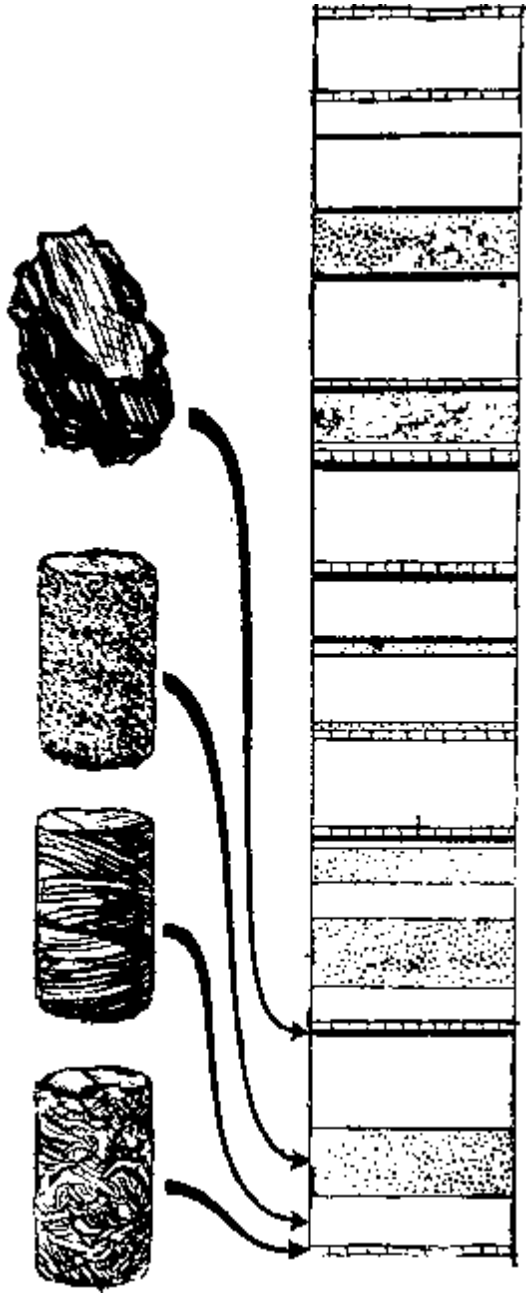
В нижней его части показан слой известняка. Толщина слоя всего 2 метра, но для образования его понадобился не один десяток тысяч лет. Постепенно прогибалось дно моря одновременно с накоплением известковистого ила, из которого образовался известняк. Но накопление отложений шло быстрее, чем прогибание дна.

На известняке залегает глинистый сланец. Он указывает на то, что море стало мельче и берег его ближе, чем во время осаждения известковистого ила. На поверхности слоев глинистых сланцев нередко видны застывшие углубления и выступы — следы волн морского прибоя, который бывает только вблизи от берега. Встречаются в слоях глинистых сланцев остатки растений, принесенных с недалекой суши.

Толщина слоя глинистых сланцев примерно 10 метров. Это значит, что для образования их потребовалось, так же как и для образования известняков, много тысячелетий. Постепенно на медленно прогибавшемся морском дне накапливались отложения. Море все больше мелело, а потом совсем пересохло.

Слой глинистых сланцев сменяется песчаником. Песчаники отлагались уже на суше вблизи морского берега, в реках, переносивших огромные массы песка.

Рисунок говорит, что вслед за заполнением моря осадками и образованием суши вновь усилилось опускание местности. Прибрежная равнина, опустившись, превратилась в болото. Здесь росли лепидодендроны, сигиллярии и другие деревья, из которых получился каменный уголь.



В такой последовательности расположены слои горных пород в Донецком бассейне. Вся толща развитых там отложений мощностью около 12 километров изучена геологами также подробно. Точками на рисунке показаны пески, кирпичиками — известняки, черным цветом — пласты каменного угля. Глинистые сланцы не закрашены.

На рисунке толщина, или мощность, нижнего

каменноугольного пласта около полутора метров. Сразу пласт такой толщины образоваться не мог. Поваленные деревья накапливались очень медленно, в течение многих тысяч лет, в то время как земная кора все время опускалась. И потом вновь море наступило на сушу. Морские волны размывали поверхность угольного пласта, а в морской воде вновь откладывался тонкий известковистый ил, из которого образовался известняк.

Опускания и поднятия местности, которые приводили к изменению границ моря и суши, происходили на месте теперешнего Донецкого бассейна много раз. На рисунке изображено девять угольных слоев и девять слоев известняка. А всего в Донецком бассейне насчитывают больше двухсот угольных слоев. Только непрерывные сложные движения земной коры могли привести к созданию такого богатства, а лишь благодаря общему поднятию местности и смятию слоев в складки даже самые нижние из них вышли на поверхность земли и стали доступными для человека.

Так движения земной коры образуют месторождения каменного угля. Не менее важны они и для образования залежей других полезных ископаемых. Нефть и каменная соль, фосфориты и марганцевые руды, еще десятки подземных сокровищ не смогли бы накопиться в недрах Земли, если бы не было движений земной коры. Зная законы прогибания морского дна, поднятия горных вершин и перемещения слоев горных пород, запечатленные на листах огромной каменной летописи, геологи могут уверенно направляться на поиски полезных ископаемых, предсказывать заранее, что встретится им в земных недрах.

Биография Земли

Подведем итоги того, о чем говорилось в главе о «подвижной земле». В ней было рассказано о современных и недавних движениях земной поверхности и о движениях далекого прошлого. Мы познакомились с тем, как рождались горы на месте прогибов земной коры, узнали последовательность образования горных цепей. Мы увидели далее, что после образования и разрушения гор движения земной коры не прекращаются, хотя и происходят в разных местах по-разному. Иногда они приводят вновь к поднятию гор, иногда лишь к наступлению на сушу неглубоких морей. Наконец, мы узнали о том, какое влияние оказывают движения земной коры на рождение подземных

сокровищ.

Но почему все это происходит? Почему движется земная кора?

На этот вопрос геологи не дали еще полного ответа. Ведь толщина земной оболочки, доступной непосредственному наблюдению, ничтожно мала по сравнению с размерами всего земного шара. Если бы наша Земля уменьшилась до размеров средней величины арбуза, то эта оболочка составила бы всего около одного миллиметра. Неудивительно поэтому, что о глубинах земного шара и о тех причинах, которые заставляют двигаться земную кору, геологи высказывают только различные предположения. Я расскажу об одном из таких предположений — гипотезе советского ученого академика Владимира Владимировича Белоусова.

Предположение его основано на данных астрономов о том, что наша планета образовалась из скопления бесчисленного множества мельчайших частиц вещества, так называемой космической пыли. При этом одни частицы были более легкими, другие — тяжелыми, они отличались друг от друга по свойствам, по составу.

Вначале после возникновения Земли тяжелые и легкие частицы были беспорядочно перемешаны, находились примерно в равных количествах как около поверхности, так и на глубине. Но более тяжелые частицы стремились опуститься глубже, в центральные части планеты, а более легкие — подняться, как бы всплыть наверх.

В твердом веществе этот сложный процесс, наверно, шел чрезвычайно медленно. Но земной шар то в одном, то в другом участке расплавляется, становится огненножидким.

Откуда берется тепло для расплавления?

Источников тепла в глубинах Земли, по-видимому, много. Непрерывно идущие процессы распада атомов некоторых элементов выделяют огромные количества тепла, выделяется тепло и при разнообразных химических реакциях, происходящих в земных недрах.

В расплавленных участках Земли разделение легких и тяжелых частиц становится во много тысяч раз быстрее. Легкие атомы кислорода, кремния, алюминия поднимаются к земной поверхности. Соединения этих элементов слагают сейчас поэтому верхнюю оболочку земного шара — земную кору.

Прошло более двух миллиардов лет с тех пор, как образовались первые участки земной коры. Движения огромных масс мельчайших частиц в недрах Земли после этого продолжались, продолжаются они и сейчас.

Тяжелые частицы неуклонно стремятся опуститься к центру Земли. И в тех местах, где проходят потоки этих частиц, земная кора прогибается. Здесь возникают моря, и на дне их отлагаются слои осадочных горных пород.

А в других местах идет обратное движение потоков легких частиц вверх. И на земной поверхности около глубоких морских впадин вырастают горы.

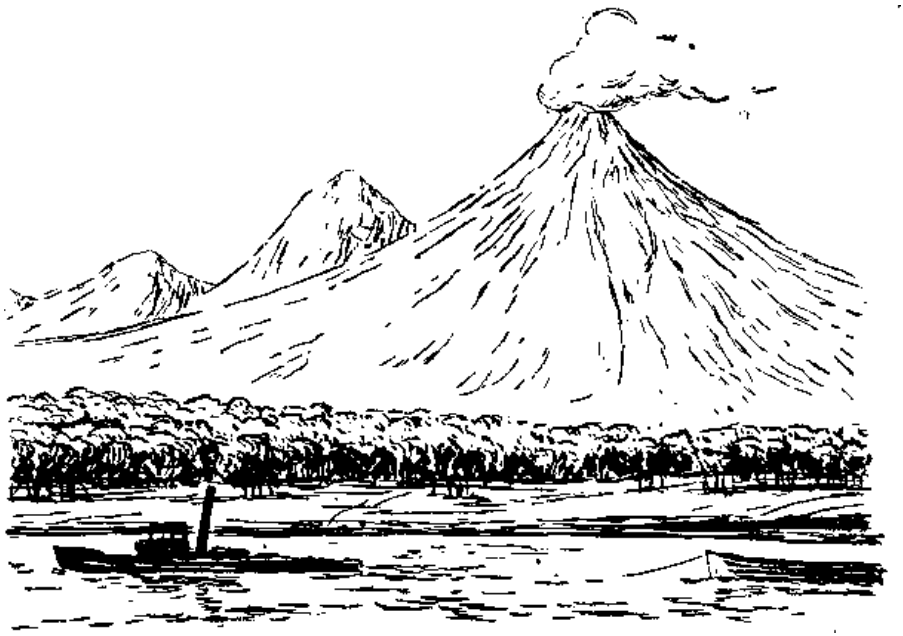
Перемещения вещества, слагающего Землю, заканчиваются вначале вблизи от ее поверхности. Когда они закончены, то подвижная область превращается в устойчивую, платформенную.

Но на глубине под основаниями платформ движение вещества продолжается. Опускание тяжелых и подъем легких частиц происходит в глубоких земных недрах. Там оно не может идти так легко и быстро, как вблизи от поверхности. Ведь в глубинах Земли господствует колоссальное давление, в десятки тысяч раз превышающее давление, достигнутое пока людьми в лабораториях. Это давление замедляет перераспределение частиц. Поэтому огромные площади платформы опускаются чрезвычайно медленно, и так же медленно перемещаются на платформах берега морей.

Никто не видел и никогда не сможет увидеть потоки частиц вещества в глубоких земных недрах. Но мысль ученых может проникать в невидимое, и геологи читают не только великую каменную летопись земных слоев, но и познают постепенно все полнее и все более точно главные черты «биографии» нашей планеты.

ГИГАНТСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

Мы должны быть химиками земной коры.
А. Е. Ферсман



В этой химической лаборатории имеют дело не с граммами и миллиграммами вещества, а с миллиардами и сотнями миллиардов тонн. Здесь легко достигают температур в тысячи градусов и колоссальных давлений. Реакции здесь длятся тысячи и миллионы лет и сопровождаются подчас гигантскими взрывами. Лишь ничтожную часть этих реакций удается наблюдать людям. Но продукты их у нас перед глазами. Изучая продукты реакций, и узнают о работе гигантской лаборатории.

Но где же она находится?

В глубине Земли. Под цветущими лугами, голубыми широкими реками, городами и селами то в одном, то в другом участке расплавляются недра земного шара. При этом образуется насыщенный парами и газами расплав — магма, сжатая налегающими на нее сверху слоями горных пород.

Сложнейшие химические реакции происходят в магме, когда она перемещается в глубинах Земли и медленно застывает. Лишь изредка удается ей вырваться на земную поверхность через жерла вулканов. Здесь, после того как из нее выделились газы, она превращается в лаву.

При застывании из магмы и лавы «рождаются» камни — большая группа горных пород, которые геологи называют изверженными.

На Камчатке — в стране вулканов

Есть на Камчатке «гора, подобна хлебному скирду, велика гораздо и высока, а другая близ ее ж — подобна сенному стогу и высока гораздо: из нее днем идет дым, а ночью искры и зарево. А сказывают камчадалы, буде человек взойдет до половины тое горы, и там слышит великий шум и гром, что человеку терпеть невозможно. А выше половины той горы, которые всходили, назад не вышли, а что тем людям на горе учинилось, не ведают».

Так были впервые в 1698 году описаны Камчатские вулканы. На Камчатке и на Курильских островах известно сейчас около 220 вулканов, 60 из них извергались на памяти людей.

Непрерывно дымится высочайший и один из самых красивых в мире вулканов — Ключевская сопка, покрытая белоснежной шапкой снега. Это — грозный действующий вулкан. Большое извержение его происходило совсем недавно.

Передо мной толстая книга, изданная лабораторией вулканологии Академии наук. Хотя это и научный труд, но читается он как увлекательная повесть. Автор книги Борис Иванович Пийп сам наблюдал извержение вулкана и подробно описал его. Мне остается только переложить слова автора немного короче и без некоторых специальных терминов.

Начало извержения люди заметили вечером 9 декабря 1944 года. Ветер разогнал тучи, несколько дней закрывавшие вершину Ключевской сопки, и над кратером отчетливо выступило тусклое огненно-красное зарево. Оно то слегка разгоралось, становилось ярче и светлее, то темнело. Когда наступил день, то на месте зарева стали видны серые клубы газа и пепла, поднимавшиеся до высоты примерно в полтора километра над вершиной. Так длилось больше десяти дней. Только очень постепенно яркость зарева усиливалась и высота его увеличивалась. Время от времени до села Ключи, откуда с расстояния примерно 40 километров от вершины вели свои наблюдения геологи, доносились грохот и раскаты взрывов.

21 декабря из вулкана стали вылетать раскаленные куски лавы — бомбы. На фоне огненного зарева они поднимались подобно ярким искрам.

Прошло еще несколько суток. По ночам было видно, что из кратера сначала изредка, а потом все чаще и чаще вырываются огненные языки взрывов. Ярко-оранжевыми клиньями пронизывали они красное зарево, поднимаясь почти на километр над вулканом. Из жерла огненным роем вылетали сотни и тысячи бомб. Поднявшись высоко вверх, они приостанавливались на мгновение, затем медленно летели вниз и скатывались по склонам вулкана.

Настало 31 декабря 1944 года. День стоял пасмурный, сыпал мелкий снег, вулкана видно не было. Геологи в селе Ключи не отрывалась от холодных стекол стереотрубы, направленной на вершину вулкана. Вначале, когда около трех часов утра небо очистилось от облаков, казалось, что вулкан начал затихать. Высоко в небе спокойно светила полная луна. Но это было только временное затишье перед подходом к кратеру колоссальных масс газов и огненно-жидкой лавы.

Извержение Ключевской сопки 1 января 1945 года.

В 4 часа 40 минут над кратером внезапно появилось гигантское зарево, и тут же на полтора километра вознесся колоссальный оранжево-красный огненный протуберанец. Он как бы вонзался в огромную тучу клубящихся зловещих газов,

которые поднимались на высоту до 7 километров над вершиной. Красные раскаленные бомбы взлетали вверх, затем ярко засверкали огромные ветвящиеся молнии.

Постепенно светало. Гигантская черная туча газов и пепла достигла уже высоты 15 километров. Она освещалась красным отблеском лавы, и это яркое, огненное зарево долго не хотело меркнуть в лучах солнца.

Вулкан бушевал весь день, и геологи, забывая об отдыхе, о еде, об опасности, неотрывно наблюдали за ним. Постепенно видимость становилась хуже; густая пелена пепла окутала все вокруг. В 4 часа дня пепел стал падать в селе Ключи, и снег из белого превратился в серый. Пепел оседал на покрытых инеем ветвях деревьев, и они казались какими-то странными сказочными растениями. Геологи подсчитали потом, что всего при этом извержении выпало около 600 миллионов кубических метров пепла.

Горячий пепел, раскаленные вулканические бомбы и газы растопили снег и лед на склонах Ключевской сопки. Бурный поток с ревом, слышным больше чем на 10 километров вокруг, понесся вниз, несмотря на двадцатипятиградусный мороз. Он застыл только через двое суток.

А на вершине вулкана из кратера медленно изливалась в это время густая, вязкая лава. Ночью она светилась, тускло поблескивая красным цветом.

Так закончилась главная, самая страшная и грозная часть извержения. Но не кончена была работа геологов. И днем и ночью направлены были их приборы на вулкан. Да разве только приборы! Образцы застывшей лавы, вулканические бомбы, пепел изучают они под микроскопом, анализируют в лабораториях.

Однажды необходимо было выяснить состав вулканических газов, и вот два смелых исследователя вулканов — геолог Попков и химик Иванов — совершили небывалый дрейф… на лавовом потоке. Температура тонкой застывшей корки у них под ногами равнялась почти тремстам градусам. Даже в специальных асбестовых сапогах невозможно было стоять на месте: приходилось поднимать то одну, то другую ногу.

Железным прутом проткнули ученые лавовую корку. На глубине 40 сантиметров у них под ногами температура достигала 870 градусов. Попков и Иванов взяли пробу газов, выделявшихся из лавового потока. Сделать это было очень трудно. Много раз газовые пузыри, которые ученые накрывали воронкой, лопались, и весь газ уходил в сторону. Наконец, когда температура была измерена и проба газов взята, Попков и Иванов перепрыгнули на уже остановившийся, неподвижный массив лавы.

Так изо дня в день работают ученые-вулканологи. Для чего они это делают? Для чего нужно было так внимательно наблюдать за страшным извержением? Для чего, рискуя жизнью, узнавать состав газов, выделяющихся из лавы? Зачем исследовать под микроскопом вулканические бомбы и пепел?

Не изучив современных вулканов, невозможно понять те геологические документы, которые оставили в земных слоях вулканы прошлых геологических эпох. А вулканы очень часто извергались в самых различных местах земного шара. Много богатств, которые ищут и находят геологи, связано с извержениями древних вулканов.

Камень, в который можно забивать гвозди

Попробуйте взять какой-нибудь камень и забить в него гвоздь. Вряд ли вам удастся сделать это. Гвоздь согнется, расплющится, но не войдет в камень. А оказывается, есть горные породы, в которые гвозди входят так же легко, как в деревянную доску. Эти горные породы обладают еще и другими замечательными свойствами: их можно пилить обычной пилой — той самой, которой пилят дерево, рубить топором. Они такие легкие, что могут плавать в воде, а вместе с тем очень прочные. Стены, построенные из таких камней, гораздо легче, чем стены из кирпича, но прочнее их и лучше сохраняют тепло.

С глубокой древности люди добывали эти породы в Армении, невдалеке от города Еревана.

Из розовой туфо-лавы высекали в древности изображения божеств — вишапов.

Еще до начала нашей эры из красивых фиолетово-розовых камней высекали люди изображения древних божеств — вишапов. Считалось, что вишапы являются богами плодородия, охраняют водопои и источники, покровительствуют скотоводам. Древние каменные статуи находят в разных местах Кавказа. Позже из розового камня выкладывали стены церквей. С тех пор прошло более тысячи лет, а церкви всё стоят, и ни мороз, ни вода, ни ветер не могут разрушить камень. В наши дни из него строят дома. Такие дома есть не только в Армении, но почти во всех больших городах нашей страны.

Сравнительно недавно, уже после появления на Земле человека, Казбек был грозным действующим вулканом.

Как же произошел чудесный розовый камень?

Понять это геологи смогли после того, как изучили грозные вулканы, извергающие на глазах человека тучи раскаленных камней и изливающие жидкую лаву. Образование розового камня также связано с извержениями вулканов, но вулканов древних. Уже многие тысячелетия они не извергаются, и тем не менее следы их деятельности хорошо видны всюду на Кавказе. Потоки давно застывшей лавы спускаются по склонам убеленных снегом древних вулканов Эльбруса и Казбека. Они выступают около знаменитых кавказских курортов — Кисловодска, Пятигорска, Железноводска. Больше всего их в Армении. Там извержения были еще сравнительно недавно, уже на памяти человека.

При изучении вулканов геологи различают породы, получившиеся при застывании огненно-жидкой лавы и возникшие

из обломков, поднятых в воздух гигантскими взрывами. Породы, состоящие из обломков, называют туфами.

Кавказские породы похожи и на застывшие лавы и на туфы. Состоят они из обломков, но обломки их не имеют обычной для туфов остроугольной, формы. Они раздавлены, расплющены, как будто это были не обломки крепкого камня, а кусочки мягкого теста. В некоторых участках обломки спекаются вместе, и тогда порода как бы постепенно переходит в лаву. Поэтому геологи назвали кавказский розовый камень сложным словом — туфо-лава. Огромное количество мельчайших пустот пронизывает туфо-лаву. Они-то и придают этому камню исключительную легкость.

Кавказский великан — Эльбрус изливал когда-то лаву и выбрасывал раскаленные камни.

Геологи долго не могли разгадать, как произошли туфо-лавы. Одни из них говорили, что это была лава, в которую сверху попадали вулканические обломки. Другие считали, что особые свойства туфо-лавы — результат многочисленных взрывов, происходивших в лавовом потоке. Но вероятнее всего туфо-лавы образовались из раскаленных частиц полузастывшей лавы, которые поднимались во время извержений при взрывах. Со скоростью в десятки и даже сотни метров в секунду, сжигая на пути все живое, неслись раскаленные тучи по склонам гор. Миллиарды полурасплавленных обломочков отлагались, спекаясь друг с другом, на склонах вулканов. Это море огня и превратилось теперь в красивый розово-фиолетовый камень.

Огненные тучи наблюдаются также в наше время, хотя и очень редко. В 1912 году, например, на севере Америки, на Аляске, произошел взрыв вулкана Катмаи. Этот взрыв был слышен за 1200 километров и поднял в воздух более 20 кубических километров раскаленных частиц, которые огненным смерчем промчались над окрестностями вулкана.

Кавказских огненных туч люди не видели. Свидетелем их является только камень. Запасы туфо-лавы в Армении огромны. Ее не меньше чем 60 миллионов кубических метров. Метровыми глыбами туфо-лавы можно было бы полтора раза «обернуть» сушу и океаны земного шара по экватору.

Металл электрических проводов

В далекое девонское время, около 300 миллионов лет назад, на месте современных Уральских гор без края раскинулись морские просторы. На островах этого древнего Уральского моря и прямо на морском дне располагались десятки и сотни вулканов. Со страшным свистом и шипением поднимались над водой огромные клубы пара. Смешанные с ядовитыми газами, они были окрашены в желтые, бурые, зеленые цвета. Красные отблески от огненных расплавов освещали снизу облака газов и пара. А во время извержений на поверхность земли и под воду изливалась лава, вверх на километровую высоту поднимались тучи расплавленных камней.

Сейчас на Урале остались только покрытые лесом невысокие горы, и ничто, кажется, не указывает на существование здесь вулканов. Не сохранилось на Урале даже древних вулканических конусов, подобных потухшим вулканам Кавказа. И только камни донесли до нас рассказ о древних извержениях.

Вот в обрывистой стенке выемки железной дороги выходят слои зеленого камня. Что, кажется, общего между ним и огненно-жидким кипящим расплавом, сжигающим все на своем пути? Но геологи, исследующие камень, подметили в нем знакомые особенности строения застывшей лавы.

А в другом месте сохранились вулканический пепел и бомбы, тоже давно уже превратившиеся в крепкие камни — вулканические туфы.

Но не только застывшую лаву и туфы оставили нам в наследство древние вулканы. С их извержениями связано также образование ценных полезных ископаемых, например руд, из которых добывают медь.

Медь — металл электрических проводов. По медным проводам на десятки, сотни и тысячи километров во все концы нашей огромной страны бежит электрический ток.

Как же связаны залежи медных руд с извержениями вулканов?

Ядовитые сернистые газы, которые несли с собой соединения меди и других металлов, просачивались среди слоев застывших лав и туфов. Из этих газов при их остывании отлагались блестящие желтые минералы — соединения меди и железа с серой. Такие минералы называют колчеданами. По всему Уралу расположены десятки больших скоплений или залежей колчеданов — главных в наши дни месторождений меди на Урале.

Размеры некоторых залежей очень велики. Толщина их доходит до 50–60 метров, длина превышает 0,5 километра. В глубь земли они уходят на сотни метров.

Много изменений произошло с колчеданными залежами Урала после их образования. Вместе со слоями древней лавы и туфов они были смяты в складки, разорваны трещинами, изменяли свою норму. И не легко поэтому было геологам понять, как они произошли.

Прежде всего разведчики недр обратили внимание на то, что залежи колчеданов всегда встречаются в тех местах, где находятся слои древних лав и туфов. Такое совпадение, конечно, не могло быть случайным.

Советский геолог академик Александр Николаевич Заварицкий первым высказал научную догадку о связи залежей колчеданов с деятельностью древних вулканов. Заварицкий видел, как выделяются в наши дни при вулканических извержениях сернистые газы, выносятся из недр Земли соединения металлов. Он тщательно изучил многие залежи колчеданов, исследовал геологическое строение Уральских месторождений.

С 1936 года геологи начали проверку научных догадок Заварицкого. Для этого им пришлось произвести сотни химических анализов колчеданов и тех горных пород, среди которых расположены залежи, изучить под микроскопом тысячи тонких пластинок из камня — шлифов. Колчеданные руды состоят из больших красивых кристаллов, совсем не похожих на выделения этих минералов, которые осаждаются из современных вулканических газов. Но геологи, протравливая колчеданы разными химическими веществами и изучая их под микроскопом, нашли следы их первоначального строения.

А пока одни ученые исследовали колчеданы под микроскопом, в других лабораториях создавали модели рудных залежей. Ученые производили опыты и определяли, как могла изменяться форма залежей в недрах Земли за много миллионов лет.

Большие возможности для находок месторождений меди

открываются перед разведчиками недр. Всюду, где расположены отложения древних вулканов, ищут геологи медные залежи, и среди зеленых Уральских гор возникают новые и новые рудники.

«Благородный камень яспис»

В старину на Руси считали: «благородный камень яспис от болезней исцеляет». Ясписом называли горную породу — яшму. Хотя ни от каких болезней эта порода не вылечивает, но не случайно привлекала она внимание людей с очень давнего времени. Нет больше на Земле такой разнообразной по окраске и строению горной породы, как яшма. Некоторые образцы ее, когда они отполированы, похожи на чудесные сказочные картины: узоры камня напоминают то бурное море с сине-зелеными волнами, то бушующее красное пламя, над которым стоит густой черный дым, то дремучий зеленый лес с изогнувшимися под порывами ветра деревьями.

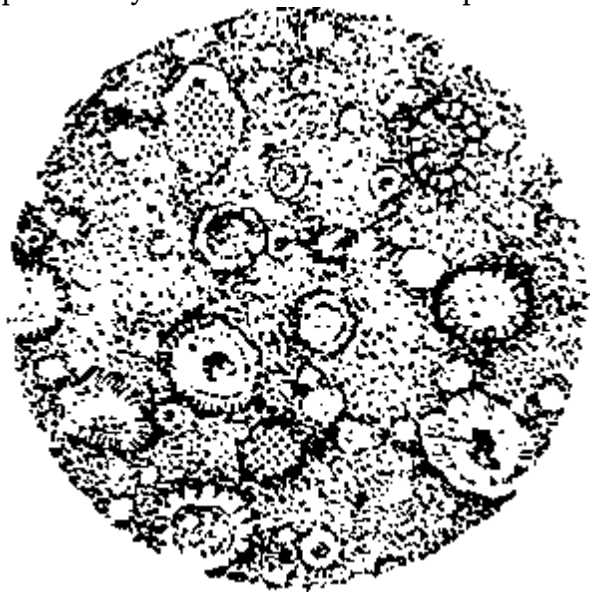
Много красивых изделий делают из яшмы: чернильные приборы, настольные часы, маленькие изящные столики. Яшма украшает станции Московского метро. Изготовляют из нее также прочные ступки для химических лабораторий, опоры для подшипников, потому что это не только одна из самых красивых, но и одна из самых прочных горных пород.

Крупнейшие в мире месторождения яшмы находятся на Урале.

Как они образовались? Яшма — это не древняя застывшая лава, не слежавшийся вулканический пепел и не отложения вулканических газов. На первый взгляд даже трудно установить связь яшмы с вулканическими извержениями. И только то, что слои ее всегда располагаются рядом со слоями застывшей лавы или туфов, позволило геологам разгадать загадку ее сложного происхождения.

Когда геологи изучили образцы яшмы под микроскопом, то они выяснили, что эта красивая горная порода состоит из изящных скелетов простейших морских животных — радиолярий. Каждая раковинка радиолярии имеет не больше одной — двух десятых миллиметра в поперечнике. Можно подсчитать, что в кубическом метре яшмы заключено более 150 миллиардов раковинок. Если бы все их вытянуть в одну цепочку, то эта цепочка протянулась бы от западной границы нашей Родины до Владивостока и обратно. А ведь слои яшмы имеют толщину в

десятки метров и тянутся на многие километры.



В яшме под микроскопом видны многочисленные изящные скелеты радиолярий.

Миллиарды миллиардов радиолярий обитали в водах древнего Уральского моря.

Может показаться странным, что появление радиолярий было связано с деятельностью вулканов, но это так. Ажурные скелеты радиолярий построены из кремния. А геологи пришли к выводу, что кремний приносили из земных недр горячие воды при вулканических извержениях.

В наши дни во время вулканических извержений из земных глубин также выносится очень много кремния. И неудивительно поэтому, что для поисков новых месторождений красивой яшмы, так же как и для поисков медных руд, геологи отправляются в места древних извержений, туда, где выходят на поверхность земли застывшая лава и окаменевший вулканический пепел.

Рассказ о гранитах

Веселый зеленый лес. Приветливо шумят молодые березки, шелестят своей дрожащей листвой осины, темнеют небольшие елочки. Под ногами густая трава, среди которой краснеют спелые ягоды земляники. Но вот лес немного раздвинулся, и перед нами нагромождения камня. Огромные, плоские, похожие на

гигантские матрацы глыбы как будто положены одна на другую сказочным великаном. Между камнями в трещинах лепятся небольшие зеленые кустики. Это выход на земную поверхность гранитов.

Кто не знает, не слышал о гранитах?

Это твердая серая, розовая или красная горная порода, в которой хорошо видны отдельные зерна слагающих ее минералов. Иногда зерна мелкие, меньше миллиметра в поперечнике, иногда более крупные. Бывают граниты, у которых все зерна одинаковые по размерам, а бывают и такие, где наряду с мелкими зернами встречаются большие кристаллы размером до 2–3 сантиметров.

Состав гранитов довольно простой. Три минерала, очень распространенных на земле, являются обычными его составными частями: слюда, кварц и полевой шпат.

Граниты в нашей стране встречаются в очень многих местах: в краю голубых озер и порожистых рек Карелии, среди скалистых вершин Кавказа, в горах Урала и Алтая.

Но, чтобы увидеть образцы гранитов, не обязательно даже ехать далеко в горы. Это можно сделать почти в любом большом городе. Издавна украшают и укрепляют люди плитами из гранита дома, мосты, набережные.

Это не сказочный великан положил одну на другую большие

глыбы камня. Так разрушаются граниты, застывшие когда-то из огненножидкого расплава — магмы.

Помните эти строки:

Люблю тебя, Петра творенье,
Люблю твой строгий, стройный вид,
Невы державное теченье,
Береговой ее гранит.

Гранит, воспетый Пушкиным, добыт на Севере, в Карелии. Оттуда родом и та гранитная глыба, на которой стоит «медный всадник» — памятник Петру в Ленинграде.

В Москве отшлифованными плитами из красного гранита украшено здание гостиницы «Москва» в Охотном ряду и еще много других домов.

Как же образовался гранит?

Может быть, он родился, так же как известняк, в холодных морских глубинах или застыл из жидкой лавы на склоне древнего вулкана? Нет, гранит — это порода, образовавшаяся из магмы, которая не смогла прорвать налегающих на нее слоев горных пород, застыла, не достигнув поверхности земли. Только там, где размыты лежащие сверху слои, можно сейчас увидеть граниты.

Никто из людей не наблюдал рождения гранитов. Но геологи многое уже узнали о том, как они образовались.

При температуре свыше 1000 градусов поднимается магма после своего образования из глубин к поверхности земли. Земные слои плотно давят на нее, сжимают со всех сторон. Но слои не неподвижны. Мы видели уже, что они часто приходят в движение, изгибаются в складки, разбиваются трещинами, дробятся. И как только возникают трещины, туда сразу же устремляется магма.

Постепенно, по мере того как понижается ее температура, магма застывает: в жидком расплаве выделяются кристаллы разных минералов. Так начинается образование не только гранитов, но и многих других изверженных горных пород. Мир камня очень разнообразен: изверженные породы насчитывают более семисот разновидностей.

Сначала из магмы выделяются те минералы, которые плавятся при наиболее высокой температуре. Они тяжелее оставшегося расплава и опускаются вниз. Состав магмы изменяется. Поэтому новые порции застывающего расплава образуют свои горные породы.

Огромное влияние на состав горных пород оказывают и те слои, сквозь которые проходит, переплавляя их, магма. Многие

необычные горные породы возникают при сложном химическом взаимодействии ее с окружающими породами.

Мне вспоминаются сложные гранитные массивы Урала и Сибири. Сколько загадок ставили они перед нами! На разных участках состав слагающих эти массивы горных пород был различным. В одном месте граниты сменились горными породами, которые геологи называют диоритами. Увеличилось содержание в камне химических элементов магния и кальция, и сразу же иным стал весь его облик. Гранит был светло-розовым, с крупными красивыми зернами кварца, а диорит — темно-зеленый, переполненный длинными, вытянутыми в разных направлениях кристаллами.

Почему изменился состав камня?

Потому что магма извлекла кальций и магний из окружавших ее в этом месте слоев мрамора.

А в другом месте гранит превратился в горную породу — сиенит. Всего на несколько процентов увеличилось в составе камня присутствие калия, уменьшилось количество кремния, и опять иной стала горная порода. Как красивы были включенные в нее крупные кристаллы темно-красного, почти черного граната! Их было так много и формы их так необычны, что я долго не мог узнать этот минерал в отбитом обломке. А причина появления горных пород, содержащих гранат, так и осталась неясной. Она еще ждет, как и много других сложных вопросов образования горных пород, своей разгадки.

«Московитское стекло»

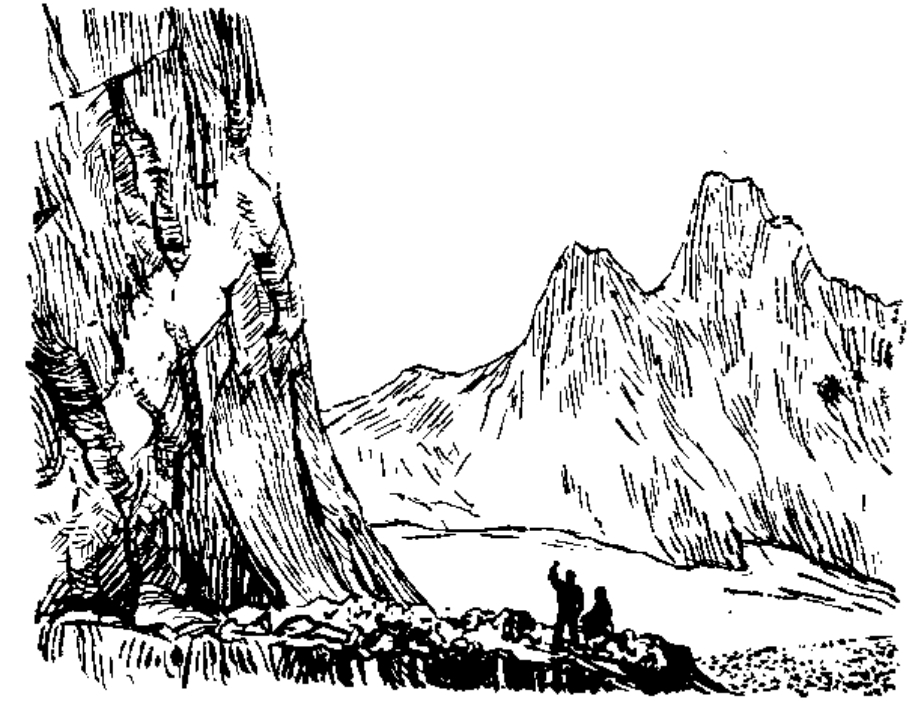
Больше трехсот лет назад, от далекого Соловецкого монастыря с побережья Белого моря к столице шли обозы. Лошади с трудом тащили тяжелые, хотя, казалось, и не очень полно нагруженные сани. На санях сидели возчики, закутанные в длинные тулупы. Позванивали колокольчики под дугами. Долог был путь от берегов Белого моря до Москвы. Обозы везли в столицу чудесное «московитское стекло», которое богатые бояре вставляли в окна своих хором. Стоило «стекло» дорого: за пуд брали 150 рублей. Поэтому народ победнее обходился большей частью мутным, малопрозрачным бычьим пузырем.

Что же это за «московитское стекло»? Это минерал из группы слюд, который геологи, в память его применения в московских хоромах, назвали мусковитом.

Мусковит, как и все слюды, легко расщепляется на тоненькие прозрачные пластинки и листочки. Сейчас, конечно, никто не изготовляет из него оконных стекол, но встречаемся мы с ним на каждом шагу. В электрическом утюге на пластинку из мусковита намотана нихромовая спираль, потому что он не пропускает электрического тока и не боится сильного нагревания. Чтобы сделать радиоприемник или телевизор, также обязательно нужны тонкие упругие слюдяные прокладки. Через мусковитовое окошечко мастер наблюдает за ходом плавки в доменной печи, применяют мусковит как огнеупорную «серебряную» краску и даже в качестве смазки.

Добывают мусковит из пегматитовых жил. Жила — это как бы стенка, рассекающая земную кору. Она либо уходит вертикально вниз, в глубь земли, либо залегает наклонно или почти горизонтально. Толщина жил большей частью небольшая, один — два метра, а по длине они прослеживаются иногда непрерывно на десятки и сотни метров.

Образуются жилы при заполнении трещин в земной коре, и состав жил бывает различным в зависимости от того, каким веществом заполнялась трещина. Пегматитовые жилы состоят из горной породы пегматита, образование которого связано с одним из этапов сложной «жизни» гранитной магмы. Пегматитовый расплав образуется в то время, когда от магмы уже отделились тугоплавкие минералы и в ней сконцентрировались, скопились большие количества паров и газов.



Пегматитовая жила рассекает горные породы.

Пегматит — замечательная горная порода, вернее целое семейство пород, потому что пегматиты бывают очень разнообразными. Состав пегматитов, из которых добывают мусковит, довольно простой. Они состоят главным образом из тех же минералов, что и граниты: из слюды, кварца и полевого шпата.

Но кристаллы этих минералов достигают в пегматитовых жилах огромных размеров. Встречались, например, в них кристаллы мусковита до 3 метров в поперечнике. Чтобы перевезти один такой кристалл, нужен целый товарный вагон, потому что весит он не менее 20 тонн.

Сотни и тысячи пегматитовых жил находят геологи в разных местах нашей страны. Специальные экспедиции отправляются на поиски жил в Карелию, далекую Сибирь, на берега порожистой реки Мамы, на Урал.

Не только замечательное «московитское стекло» находят геологи в пегматитовых жилах. С ними связана образование и других подземных сокровищ.

Сокровища Ильменских гор

В хороший летний день мы поднимались на высшую» точку Ильмен — гору Ильмен-Тау. Только что прошел; короткий дождь. На листьях берез, на белых, как будто вымытых ветках переливались на солнце прозрачные крупные капли. Тонкая водяная пыль искрилась между изящными иголочками молодых лиственниц. А вдали, скрываясь в легкой дымке, расстилались зеленые просторы лесов и синели уральские озера, казавшиеся отсюда узкими полосками.

Но не красоты природы привели нас сюда. Такие же озера, такие же синие дали можно увидеть и в других, горах. Зато нигде в мире нет подобного изобилия прекрасных камней, как в Ильменах. Даже обычные, самые распространенные минералы обладают здесь необычными свойствами и редкой красотой.

Перед нами небольшая яма, или, как называют ее здесь, копь. В отвалах лежат глыбы сине-зеленого минерала амазонита. Всего в нескольких точках земного шара встречен этот минерал геологами.

«Я никогда не видел более прекрасной картины, хотя много месторождений цветных камней приходилось видеть раньше на солнечном юге острова Эльбы, в жилах угрюмой Швеции, на Алтае, в Забайкалье, Монголии, Саянах. Нигде меня не охватывало такое чувство восхищения перед богатством и красотой природы, как на амазонитовых копях. Глаз не мог оторваться от голубых отвалов блестящего шпата…» — так писал об амазоните один из лучших знатоков камня Александр Евгеньевич Ферсман.

Очень хочется отбить образец, но нельзя: с нами нет даже моего неразлучного спутника — геологического молотка. В Ильменских горах находится первый в мире заповедник минералов, где «охота» за камнями строго запрещена.

Кристаллы амазонита растут в пегматитовых жилах, подобных тем, в которых рождаются гигантские кристаллы мусковита.

Вместе с амазонским камнем в пегматитовых жилах Ильменских гор встречается еще много других не менее замечательных минералов. Здесь и драгоценный тяжелый, совершенно прозрачный, а иногда нежный голубовато-белый или золотистый топаз. Почти 200 лет прошло после того, как казак Чебаркульской крепости Прутов нашел первые топазы в Ильменах. Сотни прекрасных кристаллов было собрано здесь с тех пор.

Замечателен в Ильменах и прозрачный, цвета морской воды, аквамарин. Народная уральская сказка говорит, что это

застывшие слезы девушки. Она оплакивала любимого человека, замученного слугами злого и жадного купца Семигора. Слезы ее превратились в камень, И действительно, как слезинки просвечивают, отливая голубизной, кристаллы аквамарина.

Ильмены — огромный минералогический музей. На это музей особенный. Не за стеклами витрин в душных комнатах, а прямо на месте их образования в недрах Земли можно увидеть здесь минералы. Со всех концов нашей страны и из самых далеких зарубежных стран приезжают сюда геологи, чтобы лучше узнать сложные законы образования пегматитовых жил, которые таят в себе многочисленные сокровища.

Не только своей красотой замечательны минералы пегматитов. В аквамарине, например, и в его родном, хотя и гораздо менее нарядном «брате» — берилле, который тоже образуется в пегматитовых жилах, заключен чудесный химический элемент бериллий. В земной коре содержание его всего около шести десятитысячных процента, а в пегматитовых жилах он собирается в таких больших количествах, что его становится возможным добывать оттуда. Бериллий — сверхлегкий и вместе с тем очень прочный металл, необходимый для постройки реактивных самолетов, для изготовления рентгеновских установок и атомных двигателей.

А в других пегматитовых жилах среди белых кристаллов полевых шпатов внимательный взгляд геолога может увидеть небольшие смоляно-черные выделения. Это соединения химических элементов — ниобия и тантала, незаменимых при производстве различных сверхтвердых сплавов, необходимых для изготовления радиоламп и многих сложных приборов.

Собирается также в пегматитах в больших количествах рассеянный обычно в земной коре литий. Он еще более легок, чем бериллий. Этот металл весит почти вдвое меньше воды. Добавка ничтожного количества лития, например к алюминию, намного повышает его прочность.

Все эти и еще много других редких металлов добывают в разных местах нашей большой страны, там, где в горных кряжах обнажены очаги застывшей магмы, давшие пегматитовые жилы. Ильменский хребет только один из таких участков. Сокровища его особенно обильны, а минералы пегматитов здесь особенно красивы и чудесны.

Но при застывании гранитной магмы подземные сокровища собираются не только в пегматитовых жилах.

Железные горы Урала

В обрывистых берегах небольшой речки Тагила среди густых хвойных лесов в конце XVII века был сыскан «камень-магнит». Образцы этого камня отправили сначала в Москву, а потом на испытание к «иноземным мастерам» — в Ригу и Амстердам. Мастера признали «камень-магнит» доброй рудой, из которой можно «пушки плавить».

Прошло некоторое время, и около залежей руды у подножия горы Высокой был построен чугуноплавильный завод. Когда работа на заводе шла полным ходом, в 40 верстах от него была открыта вторая «железная гора» Урала, названная Благодатью, а в конце XVIII века южнее, среди Орских степей, открыли и третью по счету гору Магнитную.

Руды, слагающие «железные горы» Урала, — одни из лучших железных руд в мире. Недаром еще почти 250 лет назад рудознатцы доносили царю Петру, что «железо уральское не хуже свейского». «Свейское», то есть шведское, железо славилось тогда на весь мир.

Мало были похожи разработки железных руд в старину на современные рудники. Известный путешественник академик Петр Паллас, побывав в конце XVIII века на разработках железных руд на горе Высокой, писал: «По большей части собирают ныне около горы поверх лежащую руду, и как ее без труда доставать можно, то и употребляют к сей работе детей мужеска и женска полу, с платою по три копейки за день. Душ до четырехсот стараются с охотою ежедневно быть в работе». С утра до глубокой ночи таскали худенькие фабричные ребятишки в разбитых грязных корзинах, а то и просто в подолах тяжелые куски руды.

В наши дни для разработки железных руд Урала заложены огромные карьеры. Особенно большой карьер и один из величайших во всем мире металлургических заводов расположен у горы Магнитной. Сильные взрывчатые вещества вскрывают здесь залежи железной руды. Экскаваторы грузят отбитую взрывами руду в вагоны. Длинные железнодорожные составы непрерывно курсируют по уступам гигантского карьера. Из Уральского «камня-магнита» выплавляют чугун, сталь, железо. Многие сотни тысяч тонн этого чудесного камня уже превратились в блестящие лемехи плугов, быстроходные станки, бесконечные полосы рельсов и еще тысячи необходимых нам предметов.

Как же образовались залежи «камня-магнита», который в геологии называется минералом магнетитом?

Образование магнетитовых залежей, так же как и образование пегматитовых жил, связано со сложным процессом

застывания гранитной магмы. Но залежи образовались не из самого застывающего расплава. Они возникли в результате сложных химических реакций газов, которые выделялись из расплавленной магмы, с окружающими их горными породами.

Много различных условий необходимо для того, чтобы образовались огромные скопления магнетита. Они появляются только там, где магма внедрялась в богатые железом горные породы, где слои этих пород были разбиты многочисленными трещинами, где из магмы выделялись в больших количествах пары и газы. Все это должны учитывать геологи, чтобы понимать, по каким законам располагаются в глубинах Земли руды, чтобы предсказывать, где можно встретить богатые месторождения. Горячее дыхание гранитной магмы, сложные взаимодействия ее с окружающими горными породами приводят не только к образованию железных руд. Так возникают в земных недрах и многие месторождения меди, металла сверхтвердых сплавов — вольфрама и другие подземные богатства.

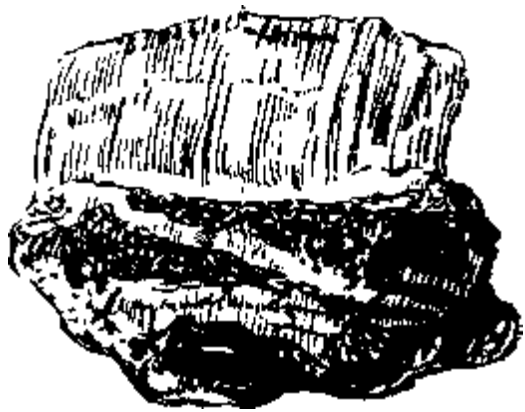
Чудесные нитки и другие сокровища черных камней Урала

До сих пор мы с вами говорили о подземных сокровищах, образовавшихся при застывании белых, серых или розовых гранитов. Граниты относятся к группе изверженных горных пород, которые из-за большого содержания в них кремнекислоты назвали кислыми. Но ученые пришли к выводу, что в земных недрах существует не одна, несколько, во всяком случае две магмы, различные по составу. Каждая из них образует при застывании свои группы горных пород, свои полезные ископаемые.

Рождение многих богатств связано с темно-зелеными или черными изверженными горными породами, относящимися к группе, которую геологи назвали ультраосновной. Эти породы застыли из расплава, обогащенного железом, магнием и кальцием и бедного кремнием.

Рассказ о полезных ископаемых, образование которых связано с ультраосновными породами, я начну с описания… ниток. Эти нитки особенные. Они крепче стальной проволоки, не горят в огне, не пропускают электрического тока. Их не разъедают кислоты. Из этих необычных ниток можно выткать прочную, несгораемую материю и тончайшие, подобные батистовым, платки. Такие платки не надо стирать, чтобы очистить,

достаточно бросить их в огонь, и вся грязь выгорит, платок станет снежно-белым.



«Горный лен» — асбест.

Что же это за замечательные нитки?

Сделаны они не изо льна, хлопка или шерсти, а из камня. Называется камень асбестом. По-древнегречески это означает «несгораемый».

Асбест это камень, который даже руками легко расщепить на длинные, тонкие волокна. Недаром называют его «горным льном», а раньше называли «каменным шелком» или «каменной куделью».

Применяют этот замечательный камень в самых разнообразных отраслях техники.

Видали ли вы когда-нибудь «кладбища» старых паровозов? Из-под ободранной железной обшивки видны на паровозных котлах светло-серые асбестовые матрацы. Они не дают быстро охлаждаться котлам. Из асбестовой материи шьют костюмы и шланги для пожарных, мешки для перевозки почты. Они не сгорают в самом жарком пламени.

Родина асбеста — Урал. Месторождения его были известны там уже в середине XVIII века, около двухсот лет назад. Искусные мастерицы изготовляли из него несгораемые холсты и даже бумагу.

Асбест образуется при воздействии на ультраосновные горные породы горячих подземных вод. Выходов ультраосновных пород на земную поверхность очень мало. Только в немногих местах удается встретить геологам черные тяжелые камни. Они выяснили, что магма, давшая ультраосновные породы, поднималась к земной поверхности с большой глубины. Появляются эти породы поэтому только там, где в земной коре проходят глубокие разломы — трещины. От берегов современного

Ледовитого океана к степям Мангышлака на несколько тысяч километров протягивается такой разлом на Урале. Поэтому именно здесь сосредоточены выходы ультраосновных пород, здесь же расположены и месторождения асбеста.

Не только происхождение асбеста связано с ультраосновными породами. Ближайшим «родственником» асбеста является другой камень с не менее чудесными свойствами. Это — тальк, самый мягкий из всех существующих камней. Он, так же как и асбест, образуется при воздействии на ультраосновные породы горячих подземных вод.

Тальк состоит не из тоненьких волокон, как асбест, а из мельчайших чешуек. Они легко скользят одна по другой, и поэтому тальк мягкий и жирный на ощупь. Из этого камня приготовляют снежно-белую пудру, Применяет тальк и в технике; чтобы изготовить белую, гладкую бумагу, резину, многие краски и еще десятки других полезных вещей, трудно обойтись без талька.

Кроме асбеста и талька с их необычными, совсем не «каменными» свойствами, среди выходов на поверхность земли черных, тяжелых камней геологи находят еще и другие подземные богатства.

В 1766 году русский академик Леман открыл на Урале новый минерал оранжево-красного цвета. Он назвал его «красной сибирской свинцовой рудой». Долго химики не могли выяснить состав этого минерала. Только спустя 30 лет французскому химику Вокелену удалось установить в «красной сибирской свинцовой руде» присутствие нового, неизвестного до тех пор металла. Так как соли этого металла были ярко окрашены, металл был назван хромием или хромом, что по-русски значит «цветной». Употреблялся хром долгое время только для изготовления различных красок.

Природных соединений хрома довольно много. Наиболее распространенным из них оказалась не «красная сибирская руда», а хромит — соединение хрома с железом и кислородом. Хромит — невзрачный черный минерал. Встречается он в виде небольших кристалликов в ультраосновных породах. Иногда кристаллики сливаются вместе и образуют крупные скопления.

На Урале, там, где на поверхность земли выходят ультраосновные породы, добывают ежегодно сотни тысяч тонн хрома — больше, чем в любой другой стране мира. Только ничтожная часть хрома употребляется для производства красок. В современной промышленности хром — это металл твердых нержавеющих сталей и блестящих покрытий. Тонким слоем хрома покрыты сверкающие на солнце, не боящиеся ржавчины щитки на

радиаторах автомашин. Из хромовой стали изготовлены резцы, легко снимающие тонкую стружку металлической детали.

Загадки рождения алмаза

На специальной подставке в центре павильона геологии Всесоюзной промышленной выставки помещен не очень заметный с первого взгляда камень. Цвет его темно-зеленый, строение необычное. Он состоит из крепко сцементированных обломочков, то более светлых, то более темных, чем вмещающий их основной фон. Одни обломки остроугольные, другие — слегка округлены и окружены черной каемкой. Если внимательно всмотреться в камень, то в нем можно увидеть редкие вкрапления ярко-красных кристаллов. Называется камень «кимберлит». Это горная порода, в которой заключены алмазы — самые твердые и самые ценные минералы земного шара. Красивые, ограненные человеком кристаллы этого камня называются бриллиантами.

Кимберлит относится к той же группе ультраосновных горных пород, с которой на Урале связаны месторождения хромита и «горного льна» — асбеста. Но в уральских породах алмазов нет, встречаются они только в кимберлитах.

Почему?

Оказывается, все дело в том, как рождались горные породы.

Ультраосновные породы Урала застывали медленно и спокойно на большой глубине. Кимберлиты же застывали вблизи от земной поверхности, и подъем их из глубин земного шара сопровождался гигантскими взрывами.

Много еще загадочного в происхождении кимберлитов и вкрапленных в них алмазов. Геологи не знают, например, взрывалась ли сама насыщенная парами и газами магма, когда она поднималась вверх, или взрыв прокладывал путь магме и не зависел от нее. Когда образовались алмазы? Были ли они вынесены уже в виде кристаллов с большой глубины или рождались при гигантском взрыве, а может быть, возникали каким-либо иным способом? Ответов на все эти вопросы пока еще не получено.

Геологи нашей страны начали изучение кимберлитов всего несколько лет назад. Вы, может быть, удивитесь, почему они не занялись ими ранее, почему уже давно не взялись за решение важных вопросов, связанных с образованием алмазов?

По очень простой причине.

До последнего времени кимберлитов в нашей стране известно не было. Очень мало было у нас и алмазов. Их находили лишь в виде редких кристаллов в песке некоторых рек. Кимберлиты же были известны только в одном месте земного шара — в далекой Африке. Их обнаружили здесь совершенно случайно около девяноста лет назад в небольшом поселке Кимберли, который после находки алмазов в несколько лет стал известен всему миру.

Кимберлиты в Африке слагают большие трубообразные тела с поперечником в несколько километров, уходящие вертикально вниз в земные недра. Во многих из этих тел заложены глубокие шахты, где добывают алмазы. Сотни и тысячи красивых камней расходятся отсюда по всему свету. Алмазы нужны в очень многих отраслях промышленности, они давно перестали служить только для украшений. Сверхтвердые резцы, буры для бурения скважин в земле, машины для волочения проволоки, опоры для стрелок точнейших приборов — все это оснащается алмазами. Неудивительно поэтому, что все страны хотят найти у себя месторождения этих чудесных камней.

Геологам было ясно, что найти большие месторождения алмазов — это значит прежде всего найти кимберлиты. Но где их искать?

Изучили, как залегают кимберлиты в Африке. Оказывается, там они встречаются только в пределах древней платформы — устойчивого участка земной коры, на котором процессы образования гор закончились уже на заре геологической истории. Не часто прорывает магма такие участки земной коры. Обычно здесь располагаются только осадочные горные породы, залегающие ровными горизонтальными слоями. И это неудивительно. Ведь здесь земная кора наиболее мощная. Но зато если уж прорвется магма на древнюю платформу, то всегда с очень большой глубины и нередко со страшными взрывами. При таких условиях и образуются кимберлиты.

Вы уже знаете, что на огромной площади нашей страны располагаются две древние платформы: Русская и Сибирская. На Русской платформе, которую геологи изучили лучше других, магматических пород, прорывающих слоистые толщи, мало. На Сибирской платформе изверженные горные породы распространены очень широко. Правда, большей частью это не ультраосновные породы. Но и в Африке кимберлиты встречаются наряду с изверженными породами другого состава.

Так геологи пришли к выводу, что искать кимберлиты и вкрапленные в них алмазы надо в первую очередь на Сибирской платформе, на огромных таежных просторах между Енисеем и

Леной.

Много сотен и даже тысяч километров пришлось советским геологам пройти по берегам таежных рек, по покрытым мхом водоразделам огромной Сибирской платформы, чтобы открыть алмазоносные кимберлиты. Славную страницу в историю советской геологии вписали они этим открытием.

Рядом с изверженными породами определенного состава ищут геологи именно те полезные ископаемые, которые образуются при застывании магмы, давшей эти породы.

Есть и такие полезные ископаемые, связь которых с огненными расплавами является очень сложной и еще не вполне ясной геологам. Одному из них — золоту — будет посвящен следующий рассказ.

Сибирское золото

«Чтоб в Сибири в так студеном климате золотая руда быть могла, об оном сумнение немалое, если токмо рассудить, какого великого жара солнечного и по действу его подземного для произведения сей изячной металли потребно», — так писал в 1736 году в своей книге «Общее географическое описание всея Сибири» Василий Иванович Татищев — один из образованнейших людей и передовых деятелей горного дела своего времени. В XVIII веке многие считали, что родиной золота и драгоценных камней могут быть только жаркие страны. Особенно славилась среди них Индия.

Но примерно через сто лет после того, как Татищев написал о том, что найти золото в Сибири очень маловероятно, оно было там найдено. После этого Сибирь стали считать одной из первых в мире по запасам этого ценного металла.

Главным источником золота в природе являются жилы, сложенные одним из самых распространенных на Земле минералов — кварцем.

Размеры жил очень разнообразны. Некоторые тянутся на километры, а другие всего на несколько десятков метров. Различаются они по толщине: есть жилы в 5—10 сантиметров, а есть и в несколько метров.

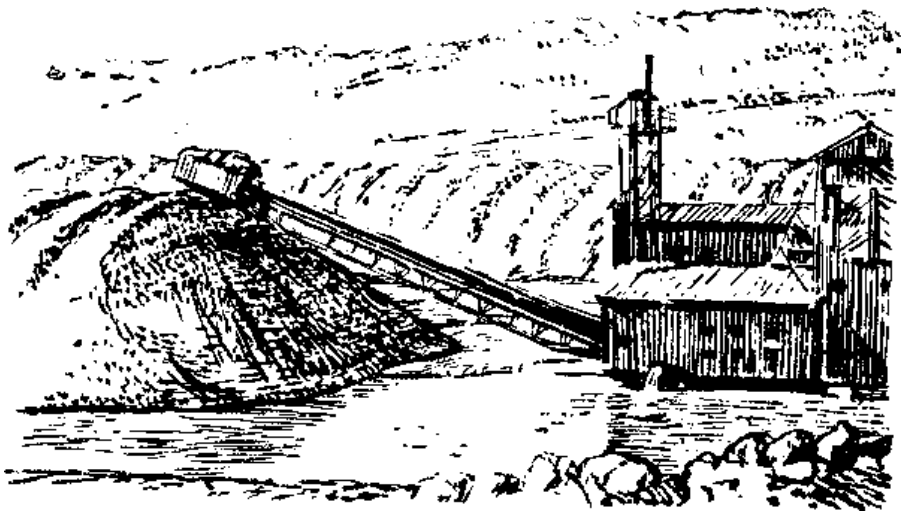
Золото вкраплено в кварц в виде кристалликов, «пленочек», «веточек». Обычно они очень небольшие, даже трудно различимые невооруженным глазом, но встречаются и крупные выделения золота, размером в несколько сантиметров в

поперечнике. Часто золотинки в кварце располагаются рядом с другими минералами — соединениями свинца, цинка и меди.

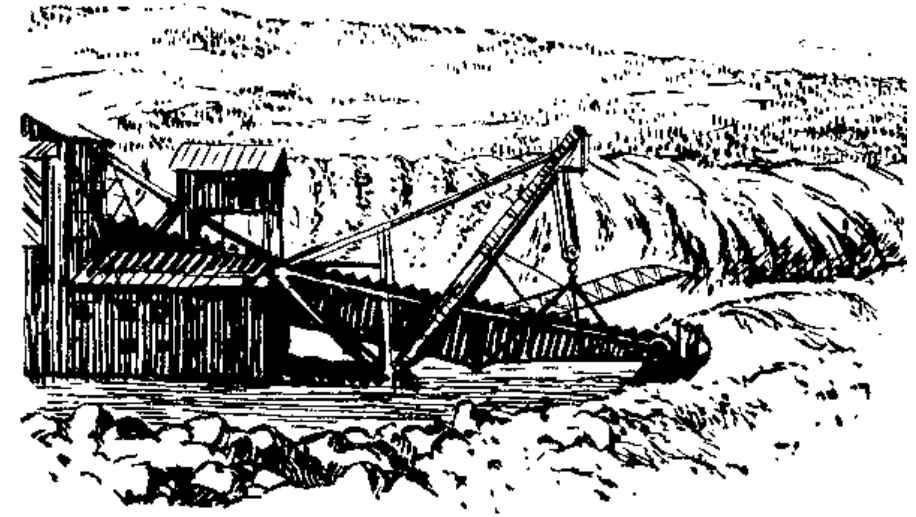
При разрушении кварцевых жил золотинки вываливаются из кварца и скапливаются в речном песке — образуются золотоносные россыпи.

Во многих районах золото добывают не из жил, а из россыпей. Большие плавучие экскаваторы — драги вычерпывают песок со дна реки и отмывают от него тяжелые крупинки золота.

Драга, которую вы видите на рисунке, работает на таежной речке Бодайбо, притоке реки Витима, на Ленских золотых приисках. Больше ста лет разрабатывают на этих приисках золотоносные россыпи, но кварцевые жилы, содержащие золото, начали находить здесь только в самое последнее время.



Драга добывает со дна реки золотоносный песок



промывает его и отделяет золото.

По каким законам расположены жилы в недрах Земли? Где их надо искать? Как они образовались? — такие трудные, но интересные вопросы стояли перед нашей геологической экспедицией.

Мы работали в узком, длинном туннеле, который люди провели под землей на многие километры, чтобы осушить разработки россыпей. По этому туннелю течет вода — целая подземная река, мутная и холодная. Но нигде в другом месте невозможно проникнуть в земные недра, и нам приходится идти по этой реке.

Карбидные лампы освещают мокрые, покрытые серой рудничной пылью стены. На наши резиновые костюмы, на записные книжки с кровли падают увесистые холодные капли.

Мы проходим мимо серовато-зеленых слоев песчаников, чередующихся со слоями черных глинистых сланцев. Слои лежат не горизонтально, они смяты в складки, разбиты многочисленными трещинами. Но кварцевых жил здесь нет, разве что изредка встретится тоненький, в 1–2 сантиметра, прожилок. Мы идем 100, 200, 300 метров, километр… Двигаться приходится очень медленно. Хотя уровень воды в подземной реке только немного выше колен, но встречное течение очень сильное. Да и не только это замедляет движение. Каждый небольшой участок стенки выработки необходимо тщательно осмотреть, во многих местах замерить залегание слоев, кое-где произвести зарисовки.

Постепенно породы изменяются: в них появляются отдельные бурые точки, затем этих точек становится все больше и больше, и наконец песчаник из зеленого превращается в бурый.

Одновременно с этим изменением цвета пород здесь же появляются кварцевые жилы. Белыми полосами пересекают они во всех направлениях выработку. Нам приходится двигаться еще медленнее, чтобы не пропустить ни одной детали соотношений горных пород и жил.

Но в чем дело? Почему распространение кварцевых жил совпало с изменением цвета песчаников?

Два образца камня — зеленый и бурый — совсем не похожи один на другой. Недаром те геологи, которые работали здесь раньше, считали их горными породами, образовавшимися в различное геологическое время.

Только когда мы тщательно изучили их под землей, мы убедились, что это не так. А зимой, исследуя камни под микроскопом и анализируя в лаборатории, мы поняли, что происходило в земных недрах.

Оказывается, сквозь слои зеленых песчаников и черных глинистых сланцев проникали растворы, содержащие в своем составе углекислоту. Эти растворы пропитывали камень, по мельчайшим трещинкам и порам проникали ко всем слагающим его минералам. И в подземной лаборатории начинались сложные химические реакции. Мы не видели их, но, изучая камни, смогли понять то, как они происходили. В результате этих реакций в песчаниках на месте одних минералов постепенно вырастали другие. Поэтому и изменялся цвет камня. При этих же реакциях образовывался и кварц, слагающий жилы. Так было найдено объяснение того, почему жилы сосредоточились там, где расположены бурые песчаники.

Но загадка образования кварцевых жил этим еще далеко не разрешалась. Неясно было еще, откуда взялись углекислые растворы, образовавшие жилы.

Может быть, углекислота выносилась из расплавленных магматических очагов при их застывании? Так считали некоторые геологи.

Для того чтобы выяснить этот вопрос, мы отправились туда, где на поверхность земли выходят граниты. Здесь уже не было подземных выработок, и нам пришлось изучать образцы камней на склонах гор, в обрывах рек и ручьев.

Долго не удавалось нам узнать, что происходит с измененными, пропитанными углекислотой песчаниками, около гранитных массивов. По одну сторону реки выходили на поверхность земли песчаники, а по другую — граниты. Самый интересный для нас участок был скрыт широкой, заболоченной речной долиной.

Время, которое мы отвели для похода к гранитам, подходило

к концу. Уже три дня стояла наша маленькая двухместная палатка на берегу реки, которая с таким веселым шумом бежала по тайге и так упорно скрывала под своими наносами интересовавшую нас тайну. Мы уже думали, что придется возвращаться ни с чем. Но наконец мне посчастливилось. В отвалах одной из многих ям, отрытых в тайге медведем, я нашел камни, объяснившие многое. В этих камнях было отчетливо видно, как минералы, образованные поступавшей в песчаники углекислотой, при горячем дыхании гранитной магмы разрушались и замещались другими минералами. Это означало то, что связывать поступление углекислоты и образование кварцевых жил с внедрением гранитной магмы было нельзя.

Где же тогда искать источник углекислоты?

Его можно найти и вне гранитов. На глубине под песчаниками и глинистыми сланцами располагаются мощные слои известняков. Известняки — это как раз такие породы, основную часть которых составляет углекислота. Погруженные при движениях земной коры на большую глубину, они сильно нагревались, выделяя при этом углекислоту, которая поднималась вверх и пропитывала песчаники.

Вот, оказывается, каким сложным путем образовались кварцевые жилы.

Одна часть тайны рождения жил выяснена. Но еще не получен ответ на вопрос о том, откуда и как попало в жилы золото? Почему оно содержится не во всех, а только в некоторых жилах?

Золото из недр Земли выносили растворы, богатые не углекислотой, а серой. Пути, по которым поднимались эти растворы, только еще начинают выясняться. Много предстоит искать, много работать, много исходить таежных троп, чтобы узнать законы поступления в кварцевые жилы золота и научиться безошибочно определять и предсказывать, где под зеленым простором тайги скрыты от человека подземные сокровища.

Много и долго предстоит еще работать геологам и в других местах нашей страны, где встречается золото, потому что единого общего закона для образования всех кварцевых жил не существуем, почти бесконечно разнообразны пути образования природных сокровищ.

Великий круговорот вещества

Перед нами прошли отдельные картины «работы» гигантской подземной лаборатории. Мы видели, как в разных ее «отделах» происходят сложнейшие процессы, рождаются подземные богатства. В вулканических областях на поверхность земли изливается жидкая лава, мощными струями выходят газы, пары, горячие растворы. Под зелеными лесами, каменистыми горами и быстрыми реками в земных глубинах застывают различные изверженные породы.

Многое о работе гигантской подземной лаборатории узнали геологи. Но о некоторых вопросах они могут высказать пока только научные догадки — гипотезы.

Один из самых сложных вопросов, который встает перед учеными, изучающими изверженные горные породы, является вопрос о происхождении самой магмы.

Действительно, всегда ли существовало и существует и откуда берется то расплавленное, огненно-жидкое вещество, при застывании которого образуется все разнообразие изверженных пород?

Еще не так давно, несколько десятилетий тому назад, большинство геологов отвечали на вопрос о том, всегда ли существовала магма, положительно. Расплавленное, еще не успевшее остыть вещество земного шара заполняет недра нашей планеты, — говорили они. Но когда ученые научились глубже проникать своим научным взглядом в недра Земли, они увидели, что это не так. Оказывается, огненная магма «рождается», образуется время от времени в разных участках нашей планеты.

Но из чего образуется магма?

Геологи выяснили, что расплавляется далеко не всегда то вещество, из которого первоначально была сложена Земля. Нередко также расплавляются, превращаются в вязкую, нагретую до многих тысяч градусов огненную массу обычные пески, глины, известняки, которые образовались когда-то на поверхности, а потом при движениях земной коры опустились на глубину. Перед тем как расплавиться, осадочные горные породы проходят сложный и очень длительный путь изменений.

Под влиянием температуры и давления рыхлые породы уплотняются, превращаются в крепкие камни. Затем камни начинают преобразовываться, одни минералы в них заменяются другими. И только на большой глубине, где господствует очень высокая температура, камни наконец становятся жидкими, текучими.

Таким образом, не только изверженные горные породы, разрушаясь, превращаются в рыхлые, насыщенные водой осадки, но и эти осадки через миллионы и сотни миллионов лет вновь

могут дать начало изверженным породам.

Чрезвычайно медленный круговорот вещества происходил и непрерывно происходит на нашей планете. В страшных огненных вихрях образуются горные породы. Неумолимое время разрушает их, превращает в отдельные крупинки, в песок, в глину. И вновь затем из песка и глины возникают крепкие, тяжелые камни и огненные расплавы.

Начало этого грандиозного процесса, рождение первого на Земле камня уходит в такое далекое прошлое, что даже геологические документы, которые имеют дело с сотнями миллионов лет, не могут рассказать о нем. Геологи еще не знают, не могут отличить от других горные породы, созданные из первичного вещества Земли.

Труднейшие проблемы стоят перед учеными, проникающими во все более и более глубокие тайны истории нашей планеты. Но сколько зато здесь интересных, манящих перспектив, как увлекателен трудный путь тех, кто познает великие законы природы и открывает на основании этих законов подземные сокровища.

РАЗВЕДЧИКИ НЕДР

Мы пробьемся сквозь дебри лесные,
Через горы проложим пути,
Все сокровища, клады земные
Мы найдем, если надо найти.

Из песни геологов

Книга о геологическом прошлом нашей Родины будет неполной, если не рассказать о работе тех, которые раскрывают страницы великой каменной летописи, проникают в тайны камня и, узнавая законы строения земных недр, находят скрытые в них подземные сокровища.

Когда говорят о геологах, вы представляете себе обветренных, загорелых людей с рюкзаками за спиной, которые карабкаются по крутым склонам гор, плывут, умело работая шестом, на легких лодках по бурным рекам или прокладывают путь караванам оленей. Такими обычно описывают геологов в книгах, показывают

в кино.

Действительно, геологам часто приходится попадать в самые глухие уголки нашей Родины, пробираться по неведомым звериным тропам, ночевать у костров, преодолевать с опасностью для жизни бурные порожистые реки.

Но работа современных разведчиков недр очень и очень разнообразна. Геолог в наши дни сидит склоненным над микроскопом, исследуя строение камня, он работает со сложными физическими приборами для исследования глубин Земли, наблюдает с самолета за положением слоев горных пород, изучает в подземных горных выработках законы рождения ценных руд.

Только о некоторых сторонах интересной, хотя и трудной работы геологов будет рассказано в этой главе.

Рождение геологической карты

— А, геолог, разведчик недр! Ну как, удачно поработали, нашли что-нибудь? — с таким вопросом обратился ко мне однажды в поезде попутчик, узнав мою профессию.

— Поработали хорошо, но ничего не нашли. Да мы, собственно, и не искали, — ответил я.

Лицо моего собеседника выразило недоумение.

— Так зачем же вы тогда ездили?

Действительно, многие считают, что работа всех геологических экспедиций заключается только в том, чтобы ходить и искать у себя под ногами подземные клады.

Но это совсем не так. Прежде всего, для того чтобы узнать, где предпринять поиски, надо понять геологическую историю местности, составить геологическую карту, на которой показать, какие горные породы выходят на поверхность земли.

Для составления геологической карты и ездили мы в тот год, когда состоялся разговор в поезде, в тайгу. Много было тогда исхожено таежных троп, много перешли мы вброд речек, на многие горы восходили.

На далекий участок в верховьях речки Догалдына мне удалось попасть только в конце лета. Здесь работу по геологической съемке проводил один из моих помощников — студент Геннадий. Меня очень беспокоило то, как проходит работа на этом участке, и, оказывается, для беспокойства были все основания…

До места думали добраться за два дня. Но к вечеру второго дня Николай, каюр, сказал: «Оленей, однако, кормить будем. Такой место олень шибко любит». И действительно, место для ночлега и кормежки оленей было очень подходящим: редкий лес, земля поросла ягелем, рядом — веселая быстрая речка.

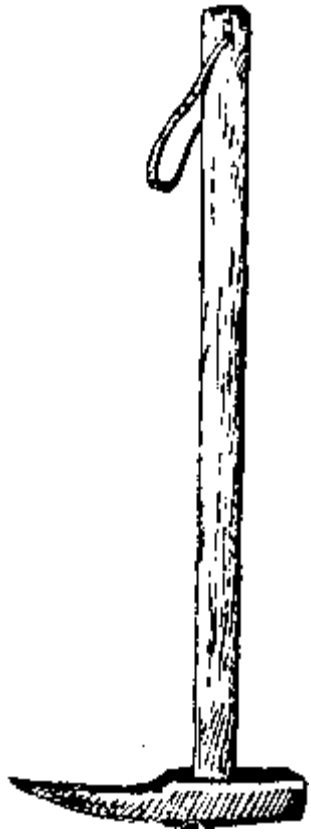
Оставшиеся 10 километров я решил пройти пораньше утром, чтобы еще застать Геннадия в лагере. Так и сделали.

Приход в лагерь новых людей — всегда событие. Надо рассказать последние новости, поговорить о дороге, о том, как мешали работать дожди, о пропадавших и опять найденных оленях.

Примерно через час после нашего прихода Геннадий развернул карту. На ней он тушью поставил точки, где проводил свои наблюдения, аккуратно провел границы между выходами на поверхность земли различных горных пород, закрасил площадь распространения каждой породы своим условным цветом. Как будто все было сделано так, как полагается. Но вместе с тем мне сразу стало ясно, что геологическая карта не получилась.

Вот среди обозначенных коричневой краской глинистых сланцев Геннадий нанес отдельные пятна известняков. Почему пятна? Ведь известняки залегают обычно слоями, то есть должны выглядеть на карте узкими, длинными полосками.

А это что за странный, похожий на яйцо, контур? Красный цвет говорит за то, что это гранит, но вряд ли выход гранитов может иметь такую правильную яйцеподобную форму, как это обозначено на карте.



Геологический молоток.

Перед выездом Геннадия на участок мне не удалось, к сожалению, полностью проверить, умеет ли он составлять геологические карты. Я убедился только в том, что он хорошо ориентируется на местности, может правильно обозначить на карте, где находится, умеет определить различные горные породы. Хотя все это и очень важно, но еще недостаточно для того, чтобы составить геологическую карту.

И вот мы отправляемся с Геннадием в совместный маршрут. По одной стороне узкой речной долины идут скалы. Здесь, исследуя слагающие их горные породы, должны мы выяснить последовательность отложения слоев, понять, какие из них являются более древними и какие молодыми, как проходят они в недрах Земли. Пока неясно это, нечего и думать составить хорошую геологическую карту.

— Смотри, Геннадий, — вот тот известняк, который на карте обозначен тобой небольшим пятнышком. Очень хорошо, что тебе удалось найти в нем окаменелости, узнать его геологический возраст. Но ведь слой известняка смят в складки вместе с

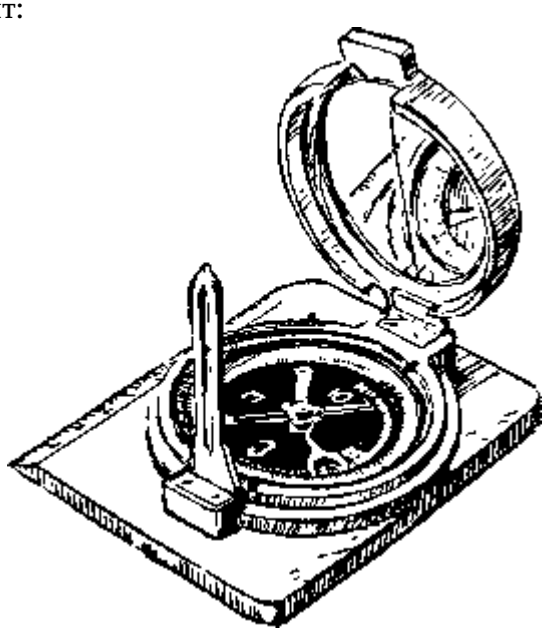
окружающими его слоями глинистых сланцев. Значит, он никак не может выходить на поверхность земли в виде пятна, а протянется полосой, изгибы которой отразят изгибы слоев.

— Да, но ведь за обрывом мох, ничего не видно, — пытается оправдаться Геннадий.

Мы идем по мху, прослеживаем слой известняка. Ноги глубоко проваливаются в мягкий зеленый ковер, длинная ручка геологического молотка цепляется за жесткие кусты багульника. Действительно, никаких выходов горных пород не видно. Но разве это значит, что сюда не протягиваются под этими зарослями слои, что надо прекратить поиски и обозначить известняк пятном неправильной формы?

В полукилометре от обрыва начинается более крутой подъем. Здесь мох не такой глубокий. А вот перед нами и совсем твердая площадка, поросшая брусничником. Можно пустить в ход молотки.

Усиленно раскапываем мы с Геннадием острыми концами геологических молотков верхний почвенный слой. Присыпанные землей, сильно разрушенные, лежат под ним мелкие камешки. Что это за породы? В маленьких черных плитках их нелегко определить. Но все же и я и Геннадий единодушно решаем, что это не известняки. Значит, надо искать еще. Мы расходимся в разные стороны, и не проходит и десяти минут, как Геннадий громко кричит:



Горный компас.

— Нашел! Есть!

В корнях вывороченного дерева ему встретились многочисленные обломочки известняка. Очевидно, именно сюда тянется тот слой, который мы встретили в обрыве. Но это надо проверить еще и в других местах. Теперь мы будем прослеживать известняковый слой дальше, идти по нему, чтобы раскрыть все особенности его залегания, нанести все его изгибы на карту.

Кончается наш маршрут у выхода гранитов. Вот они, причудливые скалы, выточенные за тысячелетия водой и ветром из массивного крепкого камня. Место их расположения указано Геннадием правильно, но как провести на карте границы или, как говорят геологи, контакты гранитов? Для этого надо где-то разыскать и осмотреть хотя бы один участочек такого контакта. И снова начинаются поиски, а потом записи в полевую книжку, зарисовки, измерения специальным горным компасом того, как залегают породы, внимательное изучение под лупой минералов.

Лупа.

Больше недели работаем мы с Геннадием. Каждое утро, когда тайгу еще покрывают белые полосы тумана, отправляемся мы в путь. Осенние дни коротки, и надо как можно полнее использовать светлое время. Ведь в лагере вечерами надо еще успеть разобрать принесенные образцы, переписать записи, обвести тушью все нанесенное на карту.

Быстро летит время. Завтра я покину отряд. Теперь Геннадий уже сам будет доканчивать съемку, составлять геологическую карту.

Все собрались у костра. Высоко в небо взлетают и гаснут искры. Красный отблеск пламени освещает лица. И среди тишины, под далеким звездным небом, кто-то запевает песню о близкой и родной для всех нас, хотя и суровой Сибири. Каюр Николай вынимает изо рта свою неизменную деревянную трубку и тихо, как будто про себя, повторяет незнакомую ему еще мелодию.

Камни под микроскопом

— Что у вас в посылке?

— Камни.

— Я серьезно спрашиваю, а вы шутите.

— Но у нас, совершенно серьезно, в посылке лежат камки! Если хотите, то можем открыть ящик и показать.

Этот разговор мною не придуман. Он происходил в том году, когда мы работали с Геннадием, осенью на почте маленького таежного поселка.

В ящике, обшитом белой материей, самолет повез из тайги в Москву больше сотни маленьких обломочков камней, тщательно завернутых в бумагу. Адрес, написанный на посылке, заканчивался словами: «В шлифовальную мастерскую».

Зачем же нам понадобилось шлифовать камни? Тем, кто внимательно прочел заглавие этого рассказа, догадаться будет не трудно: тонко сошлифованные образцы горных пород мы будем изучать под микроскопом.

Но расскажу обо всем по порядку.

Прежде всего наша посылка попала к мастеру-шлифовальщику. Профессия шлифовальщика редкая — она требует очень большой аккуратности и терпения. Шлифовальщик насыпает на плоский чугунный круг твердый корундовый порошок, включает мотор, и круг начинает быстро вращаться. На этом круге, прижимая к нему образцы, мастер вытачивает ровные пластинки камня. Но это еще только начало его работы. Дальше следуют самые трудные и ответственные операции.

Заготовленные пластинки переносят в другую комнату. В этой комнате нельзя колоть камни и работать на станке, потому что здесь не должно быть пыли. Вручную шлифует мастер одну сторону пластинки на стекле самым тонким, тщательно просеянным порошком. Затем пластинку моют, высушивают и специальным клеем из пихтовой смолы наклеивают на небольшое, заранее приготовленное стеклышко.

Теперь начинается обработка пластинок с другой стороны. Надо быть особенно осторожным. Толщина готовой пластинки, которую геологи называют шлифом, должна равняться трем сотым миллиметра. Она ни в коем случае не может быть ни больше, ни меньше, иначе нельзя будет сравнивать между собой минералы в шлифах.

Только под микроскопом может определить мастер, когда надо заканчивать шлифовку и наклеивать сверху на шлиф тончайшее, так называемое покровное, стеклышко.

Таким путем изготовляют сотни шлифов. Но в работе мастера-шлифовальщика встречаются и еще более трудные

операции. Образцы для изготовления некоторых шлифов приходится не откалывать, а отпиливать специальной пилой, оснащенной алмазами. Иные породы очень мягкие, и их до шлифовки надо проваривать с особыми укрепляющими веществами. Иногда шлифы приходится делать очень большими, иногда оставлять их без покровного стеклышка. Все это должен уметь делать опытный мастер.

Но вот шлифы готовы. Теперь дело за нами, геологами.

Полетели на землю первые снежинки, белый пушистый ковер закрыл обнажения горных пород, и поезд мчит нас домой. Приятно вернуться после почти полугодового отсутствия, встретиться с родными и знакомыми.

Но не только это манит геологов в город. Хочется поскорее развернуть собранные коллекции, сделать новый шаг к раскрытию загадок камня. На многие вопросы, которые не удалось решить «в поле», должен теперь помочь ответить наш верный помощник — микроскоп.

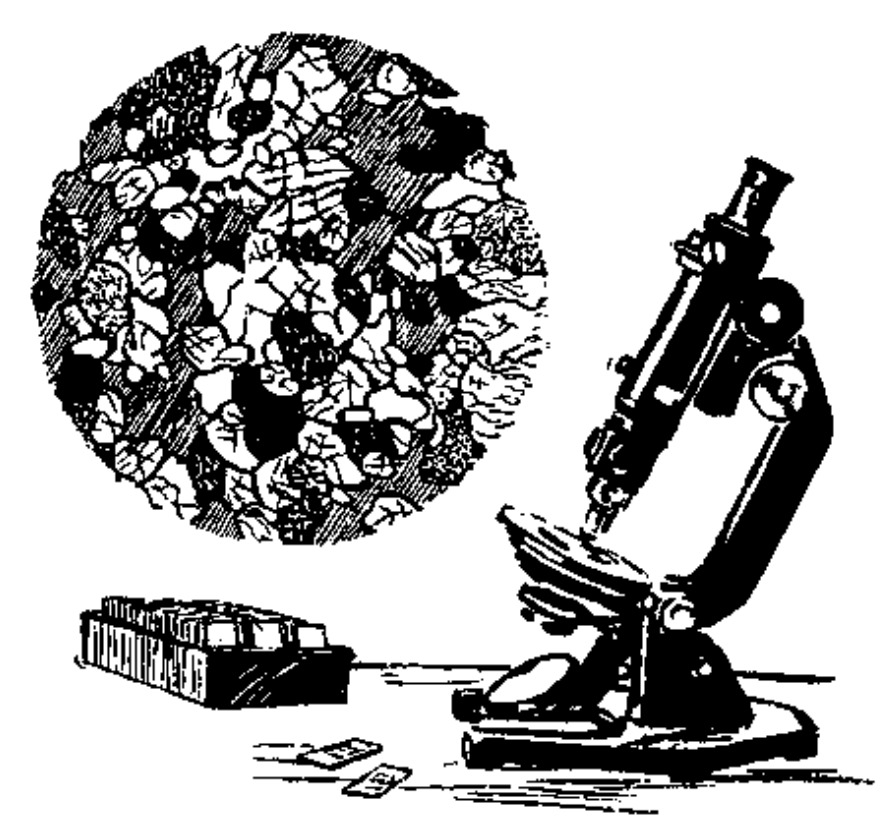
В первый же день своего приезда я аккуратно достаю микроскоп из большого желтого ящика. Микроскопы, которыми пользуются геологи, особенные. Луч света в них проходит через специальные приспособления. Поэтому тончайшие пластинки камня кажутся под микроскопом окрашенными в пестрые цвета.

Может быть, в раннем детстве вам приходилось держать в руках игрушку — калейдоскоп. Небольшая картонная трубка с виду ничем не примечательна. Но посмотришь в нее, начнешь вращать — и пестрые, многокрасочные, одна причудливее другой фигуры встают перед глазами. Такие же, но только еще в десятки раз более разнообразные, яркие и красивые фигуры открываются взору геолога, когда он рассматривает шлифы горных пород. Каждый минерал приобретает под микроскопом благодаря сложному взаимодействию световых лучей свою характерную окраску, свои особенности: переливается зеленым и синим цветом слюда, яркими пятнами, как пестрый праздничный сарафан, «раскрашен» минерал эпидот, фиолетовыми, синими, а то и серыми участками выделяются еще десятки различных минералов. И все эти цвета при поворотах шлифа то исчезают, то появляются вновь.

Можно залюбоваться игрою ярких, чистых красок. Но мне не до этого. За сложными сочетаниями минералов, за их извилистыми контурами встают передо мной те процессы, которые в течение сотен миллионов лет совершались глубоко в недрах Земли.

В одном шлифе видны сложные изменения, которые претерпел бывший рыхлый песок, пока не стал крепким

монолитным камнем. Разрослись, скрепившись друг с другом, кварцевые песчинки, образовались среди глинистого вещества тончайшие чешуйки слюды…



Верный помощник геологов — микроскоп помогает раскрывать тайны рождения горных пород. Все детали их строения видны под микроскопом в тонких каменных пластинках — шлифах.

Беру другой шлиф — он сделан из образца, взятого около того места, где мы с Геннадием наблюдали граниты. В чем сказалось воздействие на горные породы гранитной магмы, как проявилось ее «горячее дыхание»?

Без помощи микроскопа «в поле» видно было только то, что горные породы изменили здесь свой цвет, стали более крепкими. Но в шлифах открывается перед нами невидимое. По всей породе образовались маленькие зерна минерала пироксена. А это что за кристаллы, в которые включен пироксен? Это в бывшем известняке образовался другой минерал — скаполит. Он содержит химический элемент хлор. И я представляю себе, каким был состав газов, выделявшихся из магмы, какими путями

просачивались они сквозь горные породы.

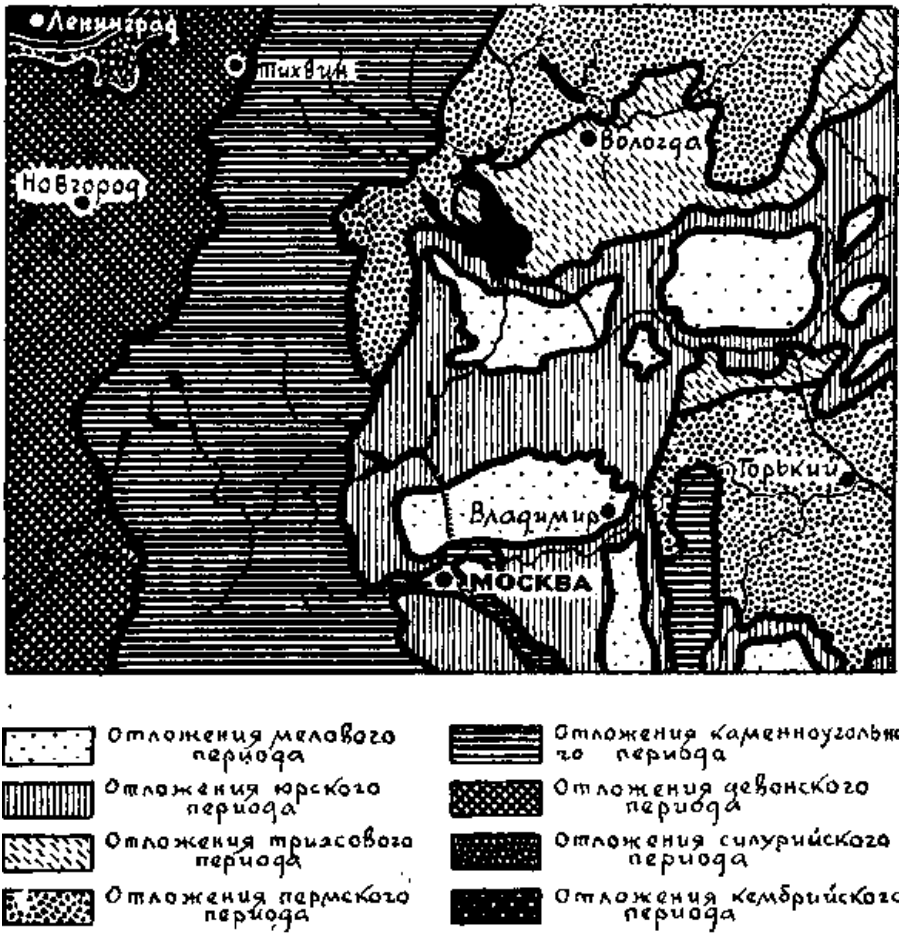
Не один раз придется еще зимой внимательно изучать шлифы. Это изучение позволит сделать точнее и правильнее ту геологическую карту, для составления которой прошли мы в июльскую жару и в осенний дождь сотни километров по горам и болотам.

Работаем мы не одни. Тысячи геологов пробираются каждое лето, так же как и геологи нашей экспедиции, по берегам рек, поднимаются на вершины гор, обследуют скалистые обрывы. А зимой они сидят склоненные над микроскопами, рассматривая строение горных пород, узнавая то, из каких минералов они сложены.

Всё новые и новые геологические карты составляют геологи, все полнее узнают прошлое Земли. Из тысяч геологических карт отдельных участков составляются карты больших районов: Урала, Кавказа, Сибири, Дальнего Востока, а из них — геологическая карта всего Советского Союза.

Путеводитель разведчиков недр

В маленькой студенческой комнатке будущего академика Александра Евгеньевича Ферсмана на стене висели геологическая карта России и пестрый текинский ковер, привезенный им из экспедиции. Случайным казалось расположение красок на ковре, беспорядочно раскрашенной представлялась и карта. Но вот однажды за пестрыми красками ковра проступили черты рисунка: дикая кошка подстерегает отару овец. Вот она сжалась в комок, приготовилась к прыжку, шерсть ее почти сливается с желтым песком пустыни. Пятна красок на ковре стали сразу понятными, и уже нельзя было потом не видеть в сплетениях цветных линий желтых барханов, белых овец и зеленых веточек «песчаной акации».



Участок геологической карты Советского Союза. Пестрые цвета карты заменены на рисунке различной штриховкой.

Позже, постепенно, уже не от случайно брошенного взгляда, а в результате все более глубокого проникновения в тайны природы, раскрылся и «рисунок» карты. Уже не беспорядочно расположенными стали казаться нанесенные на ней полосы и пятна синего, зеленого, красного, фиолетового цветов. Каждый из этих цветов рассказывал о движениях огненных расплавов, перемещающихся берегах морей, сложных, но подчиненных определенным законам перемещениях атомов в земной коре.

Обо всем этом Александр Евгеньевич Ферсман рассказал в своей книге «Воспоминания о камне», написанной спустя более чем полвека после того, как он впервые смотрел на свой текинский ковер и на старую геологическую карту.

Много цветов прибавилось за последнее время на геологической карте Советского Союза. Постепенно пропадали на

ней поля светло-серой краски — «белые пятна» — площади, еще не обследованные геологами. Все мельче и ажурнее становились границы пестро окрашенных участков. Это указывало на то, что более детальными, тщательными становились исследования геологов.

И вот я смотрю на геологическую карту СССР выпуска 1955 года, первую карту нашей страны, на которой вовсе нет «белых пятен». Историю сотен миллионов лет можно прочесть на одном пестро окрашенном большом листе.

Знакомую нам уже Русскую платформу на карте покрывают большие пятна синего, зеленого, коричневого и других цветов. Слои горных пород, отложившиеся в древних морях, залегают здесь почти горизонтально, поэтому их выходы и изображены на карте большими пятнами.

Попробуем разобрать, или «прочесть», как говорят специалисты, геологическую карту в окрестностях Москвы. Большая площадь закрашена здесь серым цветом. На карте в этой книге он показан горизонтальными полосками. Справимся в условных обозначениях. Серый цвет на геологических картах всегда обозначает породы каменноугольного периода. Там, где карта закрашена этим цветом, можно встретить под Москвой выходы белого известняка с остатками окаменелых животных, а в других местах — слои каменного угля.

Серый фон перекрыт около Москвы синими участками (на нашей карте — вертикальные полоски). Посмотрим опять в условные обозначения и узнаем, что синий цвет на геологической карте обозначает отложения юрского времени — того периода истории Земли, когда появились первые птицы, а в морях жили предки каракатиц — белемниты. Если вы хотите познакомиться с этими отложениями, то можете, вооружившись геологической картой, смело трогаться в путь. Всюду, где карта покрыта синим цветом, встретите вы глины или пески юрского возраста. Могут встретиться вам при этом и залежи замечательных камней плодородия — фосфоритов. Вы ведь, наверно, не забыли, что многие из них образовались в юрское время.

И так от одного цвета к другому можно путешествовать по геологической карте, раскрывая страницы далекого прошлого.

Если бы мы перевели взгляд с Русской платформы на Урал, то увидели бы, что там геологическая карта выглядит совсем по-другому. Уже не большие участки и пятна разного цвета, а узкие, извилистые цветные полоски нанесены на ней. Нетрудно понять, почему это так. Ведь на Урале слои горных пород смяты в складки, повернуты, поставлены нередко вертикально. Поэтому каждый слой выходит здесь в виде узкой полосы. И вновь,

справляясь в условных обозначениях, мы могли бы отправиться путешествовать по цветам геологической карты: серому, обозначающему породы каменноугольного периода, коричневому, которым закрашивают слои более древнего, чем каменноугольный, девонского периода, и другим.

На карте Урала мы увидели бы также яркие цветные пятнышки: фиолетовые, зеленые, красные. Так на геологических картах показывают выходы изверженных пород, застывших из огненной магмы.

Через весь Урал от Северного Полярного моря до Мангышлакских степей протянулась по карте полоса пятнышек фиолетового цвета. Это выходы ультраосновных горных пород — носителей хрома и никеля, асбеста и талька. Глядя на карту, смело могут отправляться экспедиции разведчиков недр на поиски этих богатств.

А в других местах пестрый ковер карты покрыт красными пятнами. Так обозначают выходы гранитов. В эти места отправляемся мы искать руды олова и вольфрама, серые изящные «розеточки» соединений молибдена. И здесь надежным путеводителем для геологических экспедиций послужит геологическая карта.

Но одной карты для того, чтобы найти месторождение полезного ископаемого, конечно, недостаточно. На геологической карте Советского Союза перед нами — маленькое красное пятнышко гранитов. Где-то вокруг него могут быть размещены ценные руды, вынесенные из земных недр магмой. Но на местности выход гранитов — не маленькое пятно, он занимает много сотен квадратных километров. И еще далеко в стороны от гранитного массива расположены измененные магмой горные породы.

Как же под зеленым ковром мхов, под кустарником и лесом найти ценную руду?

Путеводные нити

По тайге вдоль небольшой речки едут двое: высокий, сильный старик и худенькая, хрупкая девушка. Лошади стучат подковами по гальке, переходят с одного берега речки на другой.

На прибрежной косе путники останавливаются, спешиваются. Привычные лошади никуда не уходят и мирно обрывают с кустов зеленые листья. Они не избалованы — в тайге не всюду найдешь

хорошие травы.

После промывки в лотке остаются тяжелые крупинки речного песка — шлих, содержащий многие ценные минералы.

Старик снимает притороченные к седлу лопату, кайлу и небольшое деревянное корытце — лоток, а девушка тем временем разжигает костер. Затем старик принимается за работу. Он нагребает в лоток речного песку. После этого, держа лоток под водой, начинает встряхивать его, покачивать. От всплывающих мелких частиц земли вода сразу становится бурой. Старик вынимает лоток из ручья, снова опускает его в холодную воду, умелыми, привычными движениями вращает. Песку в лотке становится все меньше и меньше. Более легкие зернышки его уносит вода. Наконец на дне лотка остается только маленькая горсточка темных, почти черных крупинок. Они самые тяжелые из всех песчинок. Такой тяжелый остаток песка геологи называют шлихом.

Старик собирает шлих на маленький совочек. Девушка аккуратно высушивает его, ссыпает в бумажный пакетик, надписывает на нем номер.

И снова идут спокойные лошади по прибрежным косам или прямо по холодной воде до следующей стоянки.

Что же делают эти люди, зачем они промывают речной песок?

Это следопыты камня, выслеживающие скрытые от глаз человека месторождения полезных ископаемых.

Представьте себе, что где-нибудь на склоне горы в лесной чаще выходит на поверхность земли кварцевая жила с золотом. Геологическая карта не укажет заранее ее точное место. Она только поможет правильно выбрать участок для поисков.

А как найти самую жилу?

Вот здесь-то и помогает геологам изучение состава речного песка.

При разрушении жилы золотинки выпадают из кварца и выносятся со склонов в ручьи и реки. Золото очень тяжелое, и зернышки его только понемногу переносятся рекой. Среди песка неподалеку от жилы их окажется поэтому много, а ниже по течению меньше.

Специальный геологический отряд движется вверх по реке. Рабочий-промывальщик промывает песок, чтобы стали видными тяжелые зерна. Вот среди этих зерен блеснула золотинка. Она совсем маленькая, похожая на крошечный желтый лепесток цветка. Значит, она обтерлась, расплющилась, проделав долгий путь от кварцевой жилы. И отряд движется дальше вверх по реке.

Куда поведет геологов «каменный след»? Разведчики промывают песок и в главном русле реки и в ее притоках, поднимаются выше и выше по течению. Мелкие золотинки встречаются все чаще. Наконец геологам попалась золотинка побольше, а рядом в лотке лежит корявый, не окатанный водой кусочек золота. Это значит, что жила уже близко, что «след» почти привел к цели.

Эти золотинки недавно попали в речной песок. Жила, из которой они выкрошились, недалеко.

В низовьях реки встречаются маленькие золотые чешуйки. Еще много километров предстоит пройти геологам по «каменным следам», чтобы найти жилу.

По рекам идут следопыты камня в поисках кварцевых жил с золотом.

Конечно, идти по «каменным следам» не так легко, как здесь рассказано. Много трудностей и неожиданностей подстерегает геолога. Прежде всего, реки не всегда текли по одним и тем же путям. Иногда «след» может идти в сторону, туда, где сейчас нет никакой реки, а где она текла раньше, может быть несколько тысячелетий назад. Да и золотинки не лежат равномерно в речном песке. В одних местах их очень много, а здесь же, рядом, они совсем не встречаются.

Промывая речной песок, «выслеживают» геологи не только золотые месторождения, но и руды, содержащие вольфрам, олово, ртуть и многие другие подземные богатства. По «каменным следам» подошли геологи и к замечательным месторождениям алмазов в Якутской тайге.

Чудесные путешествия элементов

В 1934 году чехословацкие ученые Бабичка и Немец сжигали в электрической печи семена кукурузы. Целью их работы было изучение состава золы этих семян. Когда образцы золы после обработки их соляной кислотой были помещены под объектив микроскопа, то ученые обратили внимание на какие-то блестящие таблички и тонкие проволочки. Блеск их напоминал блеск золота, но ученые не сразу взяли на себя смелость заявить об этом. Они тщательно проверили состав табличек и проволочек. Опыты подтвердили: это было золото.

Как оно оказалось в золе?

Может быть, ученые загрязнили пробу и встретили золотые частички, случайно попавшие из золотых предметов, находившихся в лаборатории? Все золотые предметы были полностью удалены, после чего опыты повторили. Их делали еще и еще раз. И во всех случаях зола семян кукурузы содержала золото. При этом в стеблях и листьях его содержалось лишь очень немного, в корнях количество металла было больше, а в зернах содержание оказалось наибольшим.

Опыты проделали и над другими растениями: орешником, хвощом, пихтой, березой. В одних из них золота содержалось меньше, в других — больше. Оказалось, что значение при этом имеет та местность, где росло растение. Те из растений, которые

росли в золотоносных местностях, содержали иногда до нескольких десятков граммов ценного металла на тонну золы, а те, которые росли в местах, лишенных золотоносных отложений, были вовсе без золота.

Опыты проделали и над некоторыми животными. Результаты их оказались очень интересными. Выяснилось, например, что майские жуки, питавшиеся золотоносными растениями, также содержали в себе золото. Каждый килограмм золы, полученный при их сжигании, содержал 25 миллиграммов благородного металла.

Определения золотоносности растений и животных, а также почвы и природных вод делали не только чехословацкие геологи, но и еще многие ученые в различных странах. Этими опытами была установлена очень большая подвижность в природе золота, которое в малых, но во вполне поддающихся измерению количествах переходит, оказывается, из горных пород и кварцевых жил в почвы, из почв в растения, а из растений в организмы животных.

Я нарочно рассказал здесь так подробно о золоте, которое является одним из наиболее стойких к химическим превращениям металлов. Другие химические элементы, которые гораздо легче растворяются и вступают в различные соединения, «путешествуют» еще больше, чем золото.

Путешествующие элементы приносят большую пользу геологам при поисках полезных ископаемых. Геологи анализируют состав почв и растений и узнают на основании этих анализов, какие подземные богатства можно ожидать на глубине. Сотни тысяч образцов почв приходится исследовать разведчикам недр. На специальные карты наносят они результаты анализов, и эти карты показывают, куда нужно дальше направлять поиски, где вероятнее всего можно встретить подземные сокровища.

Но вот геолог держит в руках обломок найденной им руды и любуется рудными минералами. Может быть, они на самом деле не так и красивы, но геологу кажутся замечательными. Приятно сознавать, что труд не пропал даром, что не зря проведено столько дней в походах, не зря пришлось терпеть гнетущую жару и холодный дождь. Сейчас все это позади.

Но, может быть, вы думаете, что работа геолога кончается после того, как он нашел первый обломок руды. Нет, это еще только самое начало работы. Геолог смотрит на обломок и мечтает. Может быть, здесь, где он прошел одним из первых, вырастет вскоре поселок или даже город; может быть, задымят трубы заводов, возвысятся над лесом копры шахт, может быть, десятки километров подземных коридоров пройдут сквозь земные

недра… Или еще многие десятилетия будет шуметь на этом месте тайга. От чего все это зависит?

Прежде всего, конечно, от того, какими окажутся размеры месторождения полезного ископаемого.

И снова в далекие места отправляются экспедиции. Но теперь это уже экспедиции не составителей геологических карт и не «следопытов камня» — поисковиков, а разведчиков. Они должны определить, разведать размеры рудных залежей, сосчитать, много ли в них полезных минералов, выяснить, сколько руды залегает в подземных глубинах.

Электричество помогает геологам

Плоская вершина горы ничем не выделялась среди других вершин. На ней росли редкие кусты кедрового стланика, расстилался белый лишайник — ягель и краснели ягоды брусники. Так было, наверно, и сто, и двести лет назад, так осталось и в наши дни. Может быть, еще долго ничего не изменилось бы на вершине, куда лишь изредка осенью заходили ребятишки собирать ягоды или кедровые орехи. Но у самого края вершины, там, где начинается покрытый мягким мхом и зарослями багульника склон, один из геологов нашей партии нашел обломок кварца с вкрапленными в него блестящими желтыми золотинками. Геологическая карта говорила о том, что здесь можно встретить много кварцевых жил. И на следующий год вершина начала менять свой облик.

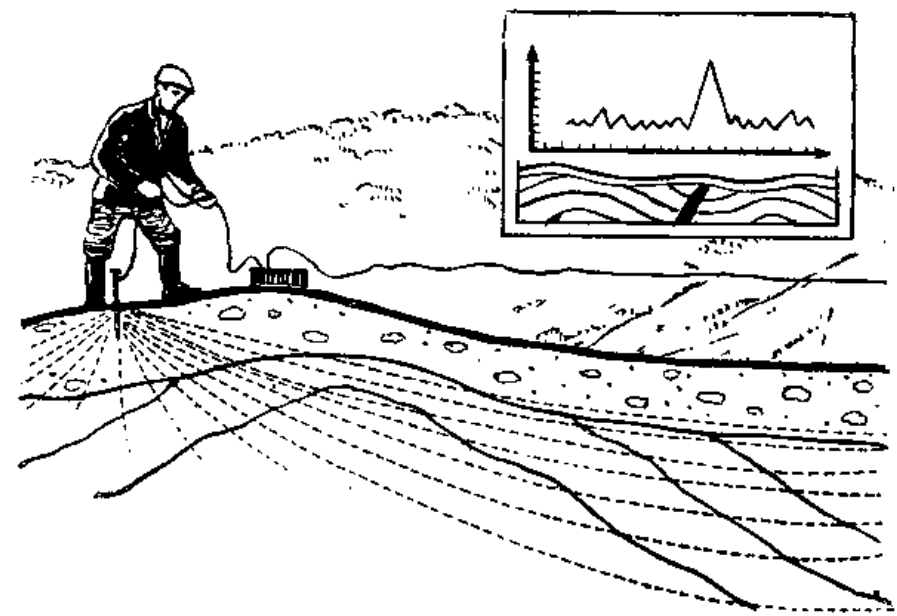
Прежде всего здесь начали рубить просеки. Узенькими прямыми ленточками прорезали они всю гору. Затем вдоль каждой из просек, в 20 метрах один от другого, рабочие стали забивать пронумерованные колышки — пикеты.

А в это время снизу, от большой автомобильной дороги к нашему лагерю, расположенному на склоне горы, стал прибывать необычный груз. Старый трудолюбивый конь, совсем несправедливо носивший кличку Лодырь, привозил в маленькой двуколке мотки электрических проводов, тяжелые электробатареи, штативы, ящики с приборами. Приемкой и сортировкой имущества занимался начальник отряда геофизиков Павел Васильевич. Часть груза он складывал в большой, специально отведенной для этого палатке, а другую часть все на том же Лодыре доставлял на вершину горы. Здесь коню пришлось еще труднее: дороги на вершину не было, и имущество

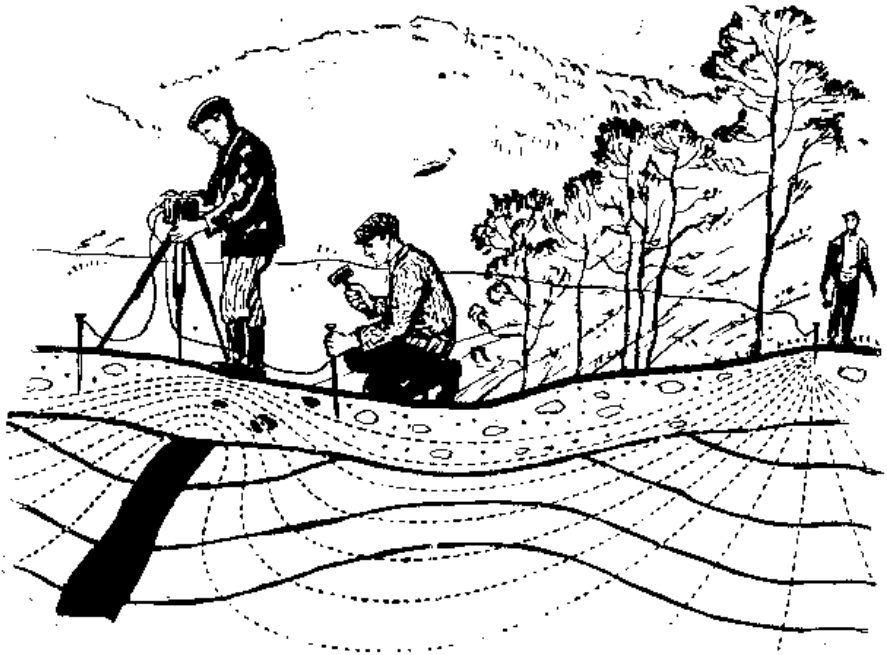
геофизиков пришлось доставлять по узенькой тропке вьюком.

Наконец в жаркий июньский день, такой жаркий, что казалось, будто мы не в Сибири, а где-нибудь в Крыму, геофизики начали свою работу. Прежде всего им нужно было пропустить под землю электрический ток. К батареям присоединили концы проводов и стали разматывать провода вдоль одной из просек. Когда пот заливает глаза, когда серой тучей вьется пролезающая всюду мошка, когда от ближайшего ручейка отделяют несколько километров крутого, заросшего лесной чащей склона, то растягивать провод — не легкая работа. Но профессия разведчиков — не для тех, кто привык ходить по гладкому асфальту и отсиживаться в жару в холодке. Работать так работать!

И вот провода растянуты. Концы их прочно соединены с медными колышками — электродами, глубоко забитыми в землю. Электрический ток идет по проводу до электрода, а дальше продолжает свой путь уже под землей.



Сопротивление электрическому току у жилы больше, чем у вмещающих ее горных пород. Поэтому и обнаружили геологи жилу



своим прибором. На графике, построенном по показаниям прибора (вверху в прямоугольнике), хорошо видно местонахождение жилы.

Как же узнают теперь геофизики, где расположены в земных недрах кварцевые жилы?

А вот послушайте. Сопротивление электрическому току у жил и у пород, среди которых они расположены, различное. Поэтому, если через каждые несколько метров вдоль по профилю измерить сопротивление, то можно найти жилу.

С утра до вечера слышен на горе стук увесистых молотков. Это рабочие забивают медные электроды приемной электрической сети, соединенной со специальными измерительными приборами. На каждое измерение сопротивлений нужно всего несколько десятков секунд. После этого снова надо вытаскивать и потом забивать на новом месте медные колышки. Так «прослушивают» геофизики землю, проникают с помощью своих приборов глубоко под мох, под почву, под навалы камней. В их записных книжках появляются длинные ряды цифр. А вечерами по этим цифрам они составляют диаграммы — графики, показывающие изменение электрического сопротивления вдоль каждой просеки.

Но что делать дальше с этими графиками?

Разразилась гроза, а после грозы пошел мелкий, противный дождь. Дождевые капли с утра монотонно стучали по

палаточному полотну. Что может быть хуже такой погоды! Только выйдешь из лагеря, пройдешь сквозь кусты — и становишься таким мокрым, будто искупался в реке.

Но сегодня мы даже рады дождю. На самодельном столе, который в первые дни нашей лагерной жизни соорудил мой помощник — коллектор Слава, развернуты длинные рулоны миллиметровки. На них нанесены десятки графиков — первые итоги работы геофизического отряда.

Все склонились над столом. Вот красная линия на чертеже идет ровно, спокойно, затем она вдруг взметнулась вверх и опустилась книзу. Это значит, что в этом месте приборы геофизиков показали изменение сопротивления. Чем вызвано это изменение — еще пока не вполне ясно, но очень вероятно, что именно в этом месте проходит кварцевая жила.

Мы намечаем места, где надо пройти канавы, чтобы проверить предположения геофизиков. Как только кончится дождь, на этих местах раздадутся взрывы, которые раскроют тайны земных недр. Тщательно будем мы осматривать стенки и дно канав, зарисовывать то, как залегают золотоносные жилы. А геофизики будут продолжать прощупывание глубин Земли, указывать нам все новые места для заложения канав.

Подошла осень. Больше тридцати жил нашла на вершине горы наша геологическая партия. Мы узнали, как расположены жилы, каковы их длина и мощность, в каких из них содержится ценный металл. Неясным оставалось только то, на какую глубину в земные недра протягиваются кварцевые жилы.

Как узнать это? Как проникают геологи в глубины Земли для того, чтобы узнать и оценить скрытые в них сокровища?

Стальные руки геологов

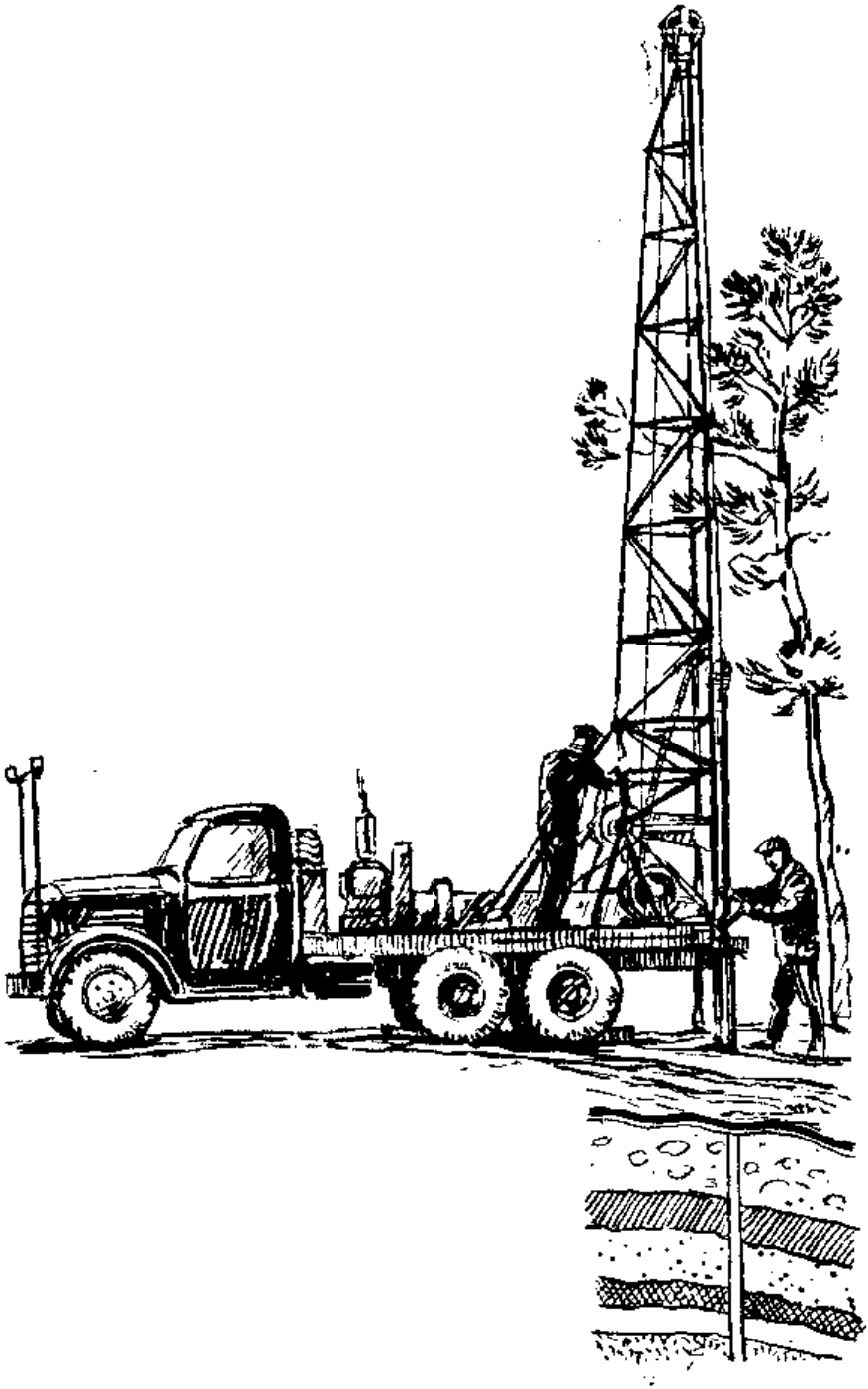
У дороги на опушке леса стоит необычная автомашина. Вместо кузова у нее возвышается металлическая тренога, вверху которой укреплен блок с переброшенным через него канатом. Около машины сложены узкие деревянные ящики и лежит много труб, толстых и тонких, длинных и коротких. И днем и ночью работает мотор, трудятся рабочие в замазанных машинным маслом и глиной спецовках.

Что же это за машина? Зачем стоит она здесь, вдали от поселка, от завода, от рудника? Чтобы узнать это, посмотрим, как она устроена.

Первое, что бросается в глаза, это небольшой станок с длинным рычагом, который держит в руках один из рабочих. Быстро вращает станок, соединенный с мотором машины, длинную, тонкую трубу, поставленную вертикально и уходящую одним концом в небольшое отверстие в земле. К верхнему концу трубы присоединен шланг, идущий от насоса. Через него внутрь трубы постоянно накачивают воду.

Чтобы понять как следует, для чего трудятся рабочие, нам придется пробыть около машины довольно долго. Проходит один час, другой, третий. Наконец рабочий выключает мотор, и станок останавливается. Рабочий присоединяет к верхнему концу трубы канат, включает лебедку и начинает вытаскивать трубу из земли. Труба оказывается составной: это не одна труба, а целая колонна. Вот лебедка подняла колонну метров на пять — шесть, рабочие закрепили ее, свинтили верхнюю трубу и отставили в сторону. Потом лебедка вытягивает оставшуюся колонну.

Длинной ли окажется она, глубоко ли уходила под землю?



Самоходный буровой станок — «стальные руки» геологов, которые достают образцы руд с глубины в сотни метров.

Вновь и вновь поднимает лебедка из темной глубины

колонну труб, вновь и вновь отвинчивает рабочий верхний конец колонны, отставляет трубу в сторону и опять присоединяет канат. Все увеличивается количество отвинченных труб. Давайте сосчитаем их. Уже извлечено из земли 80 труб, в каждой по 4 метра. Это значит, что, когда станок работал, нижняя труба находилась на глубине 320 метров под земной поверхностью.

Наконец из глубины извлечена последняя труба. Она толще всех остальных. На конце ее навинчен специальный наконечник, в который запрессованы алмазы. Истирая ими скалу, колонна опускалась все ниже и ниже.

Цилиндрик породы — керн, выточенный буровым инструментом.

Рабочие развинчивают нижнюю трубу и достают оттуда выточенные в виде цилиндриков образцы горных пород — керн.

Для того чтобы извлечь эти образцы из глубины земли, они работали много суток, сменяя друг друга, днем и ночью.

Образцы горных пород нужны геологам, чтобы узнать, как располагаются в земных недрах рудные залежи. Сотни и тысячи буровых скважин пробуривают ежегодно разведчики недр. Длинные колонны труб, как могучие стальные руки, захватывают и поднимают из глубин Земли каменные образцы.

Нелегко правильно пользоваться «стальными руками».

Где расположить скважины, чтобы они встретили на глубине руду? Как, извлекая из недр керн, определить размеры рудной залежи? Как узнать, какую ценность представляет собой руда, скрытая от глаз человека несколькими сотнями метров непрозрачных горных пород?

Тщательно рассчитал и изобразил на чертеже геолог то, на какой глубине должна скважина пересечь рудную залежь. Но в нескольких сотнях метров от поверхности земли, сжатая каменными слоями, залежь могла стать тонкой или совсем закончиться, как говорят, геологи — выклиниться. Могло измениться также направление, по которому расположена залежь: она могла отойти в сторону от скважины. И поэтому геолог с волнением ждет, подтвердится ли его предположение.

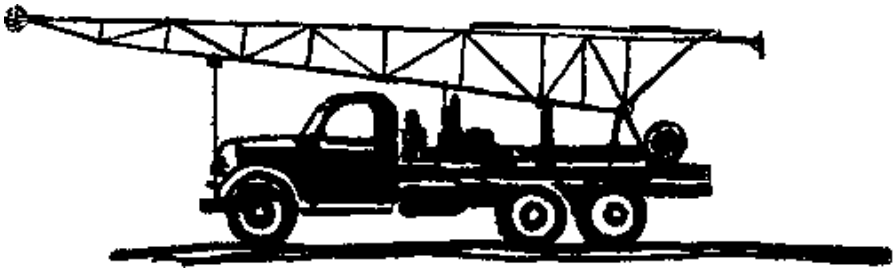
С каждым днем остается все меньше и меньше метров до предполагаемой встречи руды. Правильны ли прогнозы геолога? Он приходит на скважину и тщательно просматривает извлеченные из недр образцы. Вся буровая бригада волнуется вместе с ним. Как бы не пропустить руду!

Надо полнее, лучше поднять из глубины рудные образцы. Это тоже не простая задача. Должен решать ее уже не геолог, а буровой мастер. Многие руды очень легко истираются. Достаточно немного увеличить число оборотов станка, усилить подачу воды в скважину — и вместо аккуратных цилиндриков нужного камня может получиться тонкий порошок, который унесет с собой вода.

Наконец наступает решающий день. Мастер извлекает буровой снаряд с той глубины, где, по проекту геолога, должна залегать руда. И вот мастер достает блестящие, переливающиеся на солнце образцы. Многие сотни миллионов лет лежали они, не видимые людьми, глубоко под землей. И еще, может быть, лежать им миллионы лет, если бы не извлекли их из недр мощные «стальные руки» геологов.

Скважина показала, что рудная залежь протягивается на сотни метров в глубь земли, она показала, что руда на глубине

становится еще богаче, чем была у земной поверхности. Это значит, что здесь можно закладывать новую шахту, строить завод, проводить железную дорогу. На смену геологам придут горняки, строители, железнодорожники…



Буровой станок в походе.

Ну, а разведчики недр — что будут делать они там, где уже найдены рудные залежи? Может быть, все их задачи уже выполнены, работа закончена?

Ничего подобного!

В подземном мире

Мы идем по длинному подземному коридору. Электрические лампочки освещают неровные каменные стены, покрытые серой рудничной пылью. Стоит особый, характерный только для подземных выработок запах прелой крепи и камня. То в одном, то в другом месте с потолка — кровли капает вода, просачивающаяся по трещинам.

Впереди показался прожектор электровоза. Мы отходим к стенке, и мимо проезжает поезд вагонеток, нагруженных большими глыбами руды. Они облеплены грязью и кажутся невзрачными, не нужными никому камнями. Трудно поверить, что вскоре они превратятся в блестящий металл, а потом из этого металла построят машины, станки, сделают сотни полезных и нужных для человека предметов.

Руду добывают здесь уже много лет. Во все стороны глубоко под землей, под огородами и домиками рудничного поселка, разошлись подземные выработки. Сотни рабочих спускаются ежедневно в земные недра. Со стуком, напоминающим трескотню пулеметов, вгрызаются в каменные стены бурильные машины — перфораторы, запальщики поджигают концы бикфордовых шнуров, и глухими ударами разносятся далеко под землей

взрывы. А потом специальные уборочные машины грузят отбитую взрывами руду, и одна груженая вагонетка за другой выезжает из подземного мира на поверхность земли.

Горные мастера, инженеры, начальники участков и шахт руководят работами. А что делаем здесь мы, геологи? Зачем спустились в этот интересный подземный мир, где залежи ценных руд уже давно найдены и разведаны, где теперь только извлекают руду из земных недр на поверхность, где все геологические вопросы, наверно, уже давно решены?

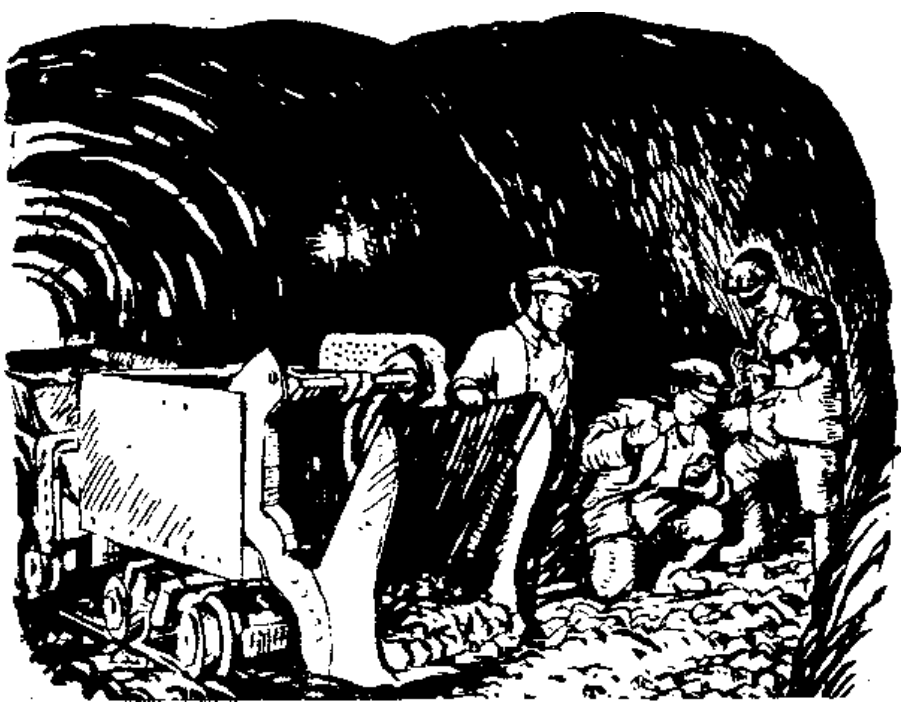
Но решены ли они?

Пойдемте вместе с нами по подземным коридорам, и я покажу вам одну из многих геологических загадок, которые должны разгадывать геологи. От того, как будут разгаданы подобные загадки, может зависеть судьба рудника.

Штрек — выработка — шел точно по кварцевой жиле, содержавшей вкрапления ценного минерала. Каждый раз, когда рабочие готовили выработку к очередному взрыву, чтобы удлинить ее, они видели в тупике — забое — белый кварц, рассекавший широкой полосой черные глинистые сланцы. Но вдруг после очередного взрыва жилы не стало.

Куда она девалась?

С боков, сверху, снизу окружают ее сплошные непроницаемые молчаливые массивы камня. Они упорно хранят тайну жилы и никогда, кажется, не выдадут ее.



Геологи в шахте.

Но на то мы и геологи, чтобы заставить рассказывать камни о хранимых ими тайнах. Сантиметр за сантиметром осматриваем мы стенки выработки, освещая их яркой шахтной лампой, отбивая с запыленных стенок геологическим молотком свежие образцы.

И вот тщательный осмотр показывает: там, где закончилась жила, выработку пересекает узкая полоса раздробленных, превращенных в глину пород.

Что происходило здесь миллионы лет назад?

Может быть, раздробленные породы преградили путь кремнистым растворам, из которых образовался кварц, слагающий сейчас жилу. А может быть, было и наоборот: дробление горных пород произошло уже после того, как была образована жила, и часть ее отодвинута сейчас в сторону. Искать ли за полосой раздробленных пород зажатую среди камней жилу? А если искать, то в какой стороне?

Просачивающаяся рудничная вода частыми каплями стучит по брезентовой куртке, заливается, когда поднимаешь руки, за обшлага. Но надо тщательно, неторопливо обследовать сложное место, и тут уже не приходится обращать внимание на неудобства подземной работы. Я беру в руки перемятую желтую породу. И вот встретилось то, что я ищу: небольшие остроугольные обломочки кварца. Это значит, что жила была раздроблена и часть ее сдвинуло куда-то по зоне дробления в сторону.

Куда?

На это должны дать ответ те же обломки. Вновь просматриваем мы внимательно стенки выработки. При этом выясняется, что справа от жилы обломочков кварца очень много, слева — их нет вовсе.

Тут же, под землей, на кратком совещании с горняками мы решаем, что жила отодвинута вправо. Значит, и выработку надо повернуть в эту сторону. Жила должна быть и будет найдена!

Огромная армия геологов не путешествует по узким горным тропам, не ищет в таежной глуши новых месторождений, а проводит много лет, иногда и всю жизнь на одном руднике. Но и здесь работа разведчиков недр не только очень нужна, но и очень интересна. Геологи указывают горнякам пути в земных глубинах, узнают, что скрывают в себе сплошные массивы камня, какие таятся в них подземные богатства.

* * *

Рассказы о геологическом прошлом нашей Родины и о геологах, читающих увлекательные страницы каменных летописей, закончены. Не выходя из комнаты, «побывали» мы в окрестностях Москвы, на снежных вершинах Кавказа, на Урале, в Сибири. Мы увидели, что было на месте этих областей миллионы, десятки и сотни миллионов лет назад. Мы узнали о морях, бушевавших на месте горных хребтов, о знойных пустынях и соленых лагунах там, где сейчас зеленеют красивые холмы, о рождении на дне древних морей марганцевых и железных руд, залежей фосфоритов. Каждый большой участок нашей страны прожил свою долгую, сложную и интересную жизнь.

Поверхность Земли, которая кажется нам устойчивой и неподвижной, находится на самом деле в непрестанном движении. Она поднимается на одних участках и опускается на других. Движения ее приводят к перемещениям берегов морей; без них невозможно было бы накопление на морском дне слоев песка, глины, ила. Эти же движения вызывают отступление морей, осушение огромных площадей.

Кроме чрезвычайно медленных движений, в отдельных областях нашей планеты происходят более быстрые движения земной коры. Соседние, иногда очень небольшие участки движутся в этих областях с разной скоростью и в разных направлениях. Слои горных пород при этом разрываются, сминаются в складки. Здесь же, в подвижных областях Земли, из глубин к поверхности поднимается огненная расплавленная магма. Как в гигантской химической лаборатории, переплавляет и изменяет магма окружающие ее горные породы.

Сложные, исключительно разнообразные процессы, которые происходят в земных недрах, познают, раскрывают геологи. Разведчики недр пробираются в самые глухие уголки нашей огромной страны, они проникают с помощью послушных, умных приборов в глубину земли, изучают под микроскопом тонкие пластинки камня.

Мне представляется замечательное будущее геологии. Стройные законы движения, накопления и рассеяния каждого химического элемента во всех частях нашей планеты откроются ученым. Простым, доступным каждому исследователю станет определение возраста любых горных пород. В сотнях лабораторий будут определять его, и неизмеримо более легкой задачей, чем сейчас, будет выяснение последовательности событий геологической истории. Еще значительно более мощные и послушные человеку, чем теперь, буровые станки достанут геологам с недоступных пока земных глубин образцы горных пород. Но и не видя этих пород, геологи смогут определять их

свойства. С помощью приборов, в которых будут использованы все достижения науки и техники будущего, они смогут узнавать строение земных недр и обнаруживать скрытые от глаз человека полезные ископаемые.

Еще большее место, чем сейчас, займут в геологических исследованиях наблюдения с самолета. Пролетая высоко над землей, геологи будут находить не только скрытые на глубине руды железа и урана, как это делают в наши дни, но и еще многие другие подземные богатства.

Новые полезные ископаемые научатся использовать люди. Из каждого камня можно будет извлекать все химические элементы. Обычная глина даст нам миллионы тонн алюминия, широкое применение найдут кремний, магний, кальций — главные составные части почти всякой горной породы.

Новое применение получит и сам камень. Люди будут использовать его не только для строительства домов, дорог, плотин. Самые разнообразные изделия будущего будут изготовлять из многих горных пород и минералов.

И с каждым годом, с каждым десятилетием работа геологов будет становиться все интереснее и интереснее. Разве не увлекательная задача — все полнее и лучше узнавать законы развития Земли, на которой мы живем, разве не интересно все безошибочнее и быстрее находить скрытые в ее недрах сокровища! И особенно радостно, когда знаешь, что эти богатства идут для блага и процветания народа, для того, чтобы сделать жизнь на Земле еще лучше и прекраснее!